3e série, t. IIIe. — 1875. — N° 5.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

(Cette Société, fondée le 17 mars 1830, a été autorisée et reconnue comme établissement d'utilité publique, par ordonnance du roi du 3 avril 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME TROISIÈME

Feuilles 18-22 (15 et 29 mars, et 1er avril 1875).
Planches VII-VIII.

PARIS
AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
et chez F. Savy, libraire, rue Hautefeuille, 24
1874 a 1875

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

JUIN 1875

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.

Art. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année

Art. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 12 décembre 1873.*) (3)

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société. (*Art. 4 du règlement administratif.*)

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif.*)

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs. (*Séance du 20 novembre 1871.*)

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1874-1875.

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
9	7	4	1	1	1*	3	7
		11		15			
16	21	18	15	29	19	17	21

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

LIBRARY OF JAMES BALL

lithographiques avec intercalations de calcaires grumeleux à **Cidaris florigemma** (1).

M. Tombeck, de concert avec M. Royer, a établi qu'entre le Corallien compacte à *Ammonites Achilles* et *A. Marantianus*, et l'Oxfordien supérieur à *Belemnites Royeri*, le Corallien inférieur se compose : dans la vallée de l'Aube, de marnes sans fossiles ; dans la vallée de la Marne (rive gauche), de marnes sans fossiles, avec lit intercalé de calcaire grumeleux à *Cidaris florigemma;* dans la vallée de la Marne (rive droite), d'une masse énorme d'oolithe à Dicérates, avec traces de marnes sans fossiles; enfin, dans la vallée du Rognon, d'une masse énorme de calcaire grumeleux à *Cidaris florigemma*, et d'une masse non moins énorme d'oolithe à Dicérates.

Au surplus, M. Tombeck renvoie à la coupe des terrains oxfordien et corallien de la Haute-Marne, qu'il a donnée dans la séance du 5 mai 1873 (2).

Le Secrétaire analyse la note suivante :

Des **nodules phosphatés** *du* **Gault** *de la* **Côte-d'Or** *et des conditions particulières du dépôt de cet étage,*

par M. Jules **Martin.**

Sachant que de tous les groupes sédimentaires les dépôts *albiens* sont ceux dans lesquels le phosphate de chaux est le plus abondamment et le plus généralement répandu, je me suis demandé si cette matière n'existerait pas aussi dans le *Gault* de la Côte-d'Or, bien que rien de semblable n'y ait été signalé jusqu'ici (3).

Cet étage, malheureusement, est assez mal représenté dans notre pays, où il n'existe qu'à l'état de lambeaux, le plus souvent noyés au sein des dépôts tertiaires. L'examen était donc peu commode ; aussi mes investigations restèrent-elles sans résultat, jusqu'à ce qu'un fait, insignifiant en apparence, vint me mettre sur la voie et finalement me dévoiler le secret que je cherchais à pénétrer.

Ayant un jour entendu dire qu'il existait un châtaignier sur le plateau d'Asnières, non loin du petit bois des Grottes, et sachant que cette essence ne prospère que dans les terrains siliceux, je m'étonnai qu'on

(1) *Loc. cit.*, tableau.

(2) *Bull.*, 3e sér., t. I, p. 335.

(3) La présente étude a été commencée en 1865, et dès 1867 M. E. Gascon, dont j'avais appelé l'attention sur la présence de ces nodules phosphatés dans le Gault de notre département, les indiquait à Bourberain (*Géognosie ou étude du sol arable du canton de Fontaine-Française*).

la rencontrât en plein pays calcaire. Sa présence en un pareil milieu, si maigre et si chétif que pût être son développement, attestait, à n'en pas douter, un sous-sol d'une nature particulière et dont je résolus de reconnaître la composition.

En scrutant avec soin, je me convainquis bientôt, en effet, que l'arbre plongeait dans un limon argilo-sableux, rougeâtre, où brillaient d'assez nombreux grains de quartz généralement fins et translucides. Par places même, la charrue avait ramené à la surface un sablon quartzeux, hyalin, jaunâtre, au sein duquel je remarquai divers débris de coquilles et, dans le nombre, d'assez bons spécimens d'*Ammonites Archiacianus, Janira Albensis, Plicatula radiola* et *Ostrea Arduennensis,* espèces essentiellement caractéristiques du Gault.

Ce châtaignier se trouvait donc bien là dans son élément, et sa seule présence sur ce point venait de m'y faire découvrir un terrain dont les dépôts n'étaient connus jusque-là qu'aux environs de Tanay et de Bourberain.

Mais ce n'était pas tout : le hasard ayant voulu qu'à ce moment on opérât dans le voisinage un défoncement pour une plantation de houblon, je pus voir dans la partie entamée, c'est-à-dire sur une épaisseur de $0^{m}75$ à $0^{m}80$, comment ce terrain du Gault y est constitué.

Il présente à la surface un limon glaiseux, peu perméable, de couleur grisâtre ou roussâtre, et, au-dessous, un sablon quartzeux, jaunâtre, très-fin et plus ou moins mélangé de rognons gréseux et d'argile. De petites coquilles y sont disséminées, et, à travers ces restes organiques, des concrétions d'une nature particulière, disposées en ligne les unes à côté des autres, forment une sorte de petit cordon, à $0^{m}40$ environ de la surface. Ces concrétions, irrégulières de forme et d'un volume variant de la grosseur d'un œuf à celle du poing, englobent parfois des fragments d'os, de bois et surtout de coquilles. Elles sont généralement très-consistantes et d'une densité remarquable. Blanchâtres extérieurement et brunes ou roussâtres à l'intérieur, elles sont formées d'une pâte fine, à cassure mate et terreuse, qui n'est autre chose que du phosphate de chaux.

Le terrain qui contient ces nodules paraît en posséder une nappe souterraine continue, car on en voit çà et là des témoins à la surface partout où des défoncements du sol ont été pratiqués. Mais ce dépôt, malheureusement, n'est qu'un infime lambeau échappé aux érosions et coupé par une ligne de fracture qui l'a disloqué et partagé en deux petits îlots, l'un de 400 à 500 mètres de long sur 200 mètres de large, au sud-ouest du village d'Asnières, l'autre d'une étendue de quelques hectares seulement, au nord-ouest, dans le coteau.

Ces sables quartzeux me remirent en mémoire des gisements de

même nature, mais bien plus considérables comme étendue, dont j'avais antérieurement constaté l'existence aux environs de Bretigny et de Marsannay-le-Bois, et que je m'étonne de ne pas voir figurer à la *Carte géologique* du département, alors qu'ils sont exploités de temps immémorial pour la confection des mortiers, le moulage dans les fonderies et divers autres usages.

En m'y reportant, je reconnus que les mêmes noyaux phosphatés existent à la partie supérieure des sables, qui, ici, n'ont pas moins de six à sept mètres de puissance et constituent, comme à Asnières, les strates inférieures du Gault.

Ces sables reposent à Marsannay-le-Bois, comme partout dans la région, sur les calcaires *portlandiens,* sans intercalation ni de dépôts *aptiens,* ni de dépôts *néocomiens.*

A l'îlot le plus rapproché de Bretigny, comme à celui des baraques de Marsannay, ils sont recouverts par des argiles versicolores, assez puissantes par places, mais qui ont disparu, emportées par les dénudations, à l'îlot de la pointe du bois de Champ-au-Valet et à celui des vignes de Marsannay, aux abords du village.

De ces divers lambeaux, le plus riche en phosphates est, je crois, celui qui est exploité comme sable réfractaire entre la route de Langres et l'ancienne voie romaine, à la hauteur du bois précité, dans lequel il pénètre et se développe sur une étendue de plusieurs kilomètres. Le sablon y est vif, très-fin, d'un gris verdâtre à la base et jaunâtre vers le sommet, où des taches ocreuses, avec rognons gréseux de couleur foncée, accompagnent un double cordon de petits rognons phosphatés, d'un blanc mat, paraissant constituer dans tous ces dépôts un horizon constant. Le lit inférieur de ces nodules, séparé du premier par un espace de $0^{m}25$ à $0^{m}30$, n'est pas à plus de $0^{m}60$ de la surface. Quelques concrétions empâtant de petits fossiles à l'état de moules et transformés eux-mêmes en phosphate de chaux, relient ces deux cordons et en font une sorte de zone phosphatée, qui serait riche si elle était plus régulièrement fournie. Des rognons de la même matière apparaissent encore plus bas, disséminés dans les sables; mais ils y sont, en général, très-rares, ainsi que les fossiles.

Les débris organiques, principalement compris dans l'épaisseur de la zone phosphatée, sont tous caractéristiques du *Gault.* On en trouvera la liste au tableau ci-après, où sont distinctement présentées les espèces recueillies dans chacun des gisements que j'ai pu étudier.

Cette faune des sables inférieurs semble n'avoir rien d'absolument spécial à cet horizon. Elle continue à se propager, sans modifications bien saillantes, dans les argiles qui constituent ici les dernières assises

de l'étage. Ainsi, à Tanay, Chevigny, Mirebeau (1) et Jancigny, ce sont encore les mêmes espèces animales, auxquelles s'associent certaines autres, qui peuplent les argiles versicolores du Gault. Seulement, comme ces dépôts sont tout morcelés et en partie noyés au sein des produits tertiaires, les strates inférieures se trouvent masquées et dérobées aux investigations, de sorte que l'on ne saurait, sans entreprendre des fouilles, être fixé sur la question de savoir si les sables, dans ces parages, contiennent ou ne contiennent pas de phosphorites. Mais il n'y a pas pour moi le moindre doute que ces nodules y existent, puisqu'on les voit réapparaître dans le voisinage, à Bourberain, à la base du même massif argileux. M. l'agent-voyer Gascon, auquel j'avais, dans le temps, signalé ces produits, en a recueilli à la surface du sol aux lieux dits *Frémoisin, La Pointe* et *Fontaine-de-Charme,* où je les ai, depuis, reconnus avec lui.

Ces concrétions, qui paraissent être assez abondantes, sont identiques de forme et d'aspect avec celles précédemment signalées. Leur teneur en phosphate est probablement peu différente de celle des nodules de Marsannay-le-Bois, qui, analysés, à ma demande, par M. Georges Ville, le chimiste éminent qui a fait faire, dans ces dernières années, un pas si décisif à la question des engrais minéraux, ont accusé une proportion de 41,23 pour % de cette matière. C'est, au dire de cet expérimentateur, un titre assez pauvre, mais qui serait en partie compensé par la proximité où se trouvent certains de nos gisements d'une gare de chemin de fer, si ces gisements étaient suffisamment pourvus et susceptibles d'exploitation.

Quoi qu'il en soit, l'existence de ces phosphates au sein des couches sédimentaires n'en est pas moins un fait des plus curieux et digne à tous égards de fixer l'attention.

Des diverses opinions émises au sujet de l'origine de cette matière, l'hypothèse consistant à la faire arriver des profondeurs du globe sous forme de sources minérales, est celle qui me paraît la plus probable.

Si, comme le pensent certains savants, ce produit était dû à l'accumulation prolongée de débris phosphatés d'animaux marins, débris qui auraient été dissous dans l'eau chargée d'acide carbonique, puis précipités lentement sous forme de concrétions, on ne s'expliquerait pas pourquoi l'étage albien jouirait du singulier privilége de contenir

(1) Cet îlot *albien* de Mirebeau, consistant en argiles bigarrées, de couleur alternativement rouge amarante, jaune orangé et vert clair, est le même que celui noté par erreur comme *néocomien* à la *Carte géologique de la Côte-d'Or.* Quant à celui de Jancigny, il a échappé à M. G. de Nerville, comme ceux de Marsannay, de Bretigny et d'Asnières.

beaucoup plus de phosphates que tous les autres, alors qu'il présente tout autant de dépouilles organiques en bon état de conservation, et que rien n'indique qu'il en ait originairement contenu davantage (1).

Au surplus, la dissolution de la matière animalisée, si elle avait eu lieu, n'aurait pas été si complète qu'elle n'eût laissé çà et là, comme témoins de son action, des corps à demi décomposés. Cependant je ne sache pas que l'on ait jusqu'alors rien signalé de semblable, et, pour ma part, je n'ai rien vu de tel dans la Côte-d'Or, où les fossiles, assez abondants, sont, au contraire, quelquefois sulfurés et toujours d'une belle conservation, quoiqu'à l'état de moules. Ceux mêmes qui sont empâtés dans les nodules se trouvent dans ce cas, et il n'est pas rare de rencontrer des traces de sulfure de fer au sein même de la matière phosphatée, dont la couleur brune ou noirâtre est peut-être due en partie à la décomposition des pyrites, bien que la matière organique y contenue soit aussi certainement pour quelque chose dans cette coloration.

Quant à la concentration des phosphates dans la zone fossilifère d'une manière à peu près exclusive, elle n'a rien de plus étonnant que celle des différentes autres substances minérales ou métalliques. Elle peut être attribuée, croyons-nous, aux actions électro-chimiques en vertu desquelles le fer et ses diverses combinaisons, par exemple, se fixent plus particulièrement dans les débris animalisés, sans doute à cause de la diversité des éléments dont ils se composent et qui, sous l'influence de l'humidité, deviennent autant de piles donnant lieu à des courants électriques imperceptibles, mais puissants en raison de leur longue continuité.

(1) Un fait remarquable, seulement, et qui avait frappé aussi M. Renevier dans l'étude qu'il a publiée des gisements de la Perte du Rhône, c'est l'exiguité de la taille des fossiles du Gault, en général, exiguité que l'on rencontre également dans d'autres contrées et qui contraste avec les dimensions beaucoup plus fortes de la plupart des individus appartenant aux espèces des faunes inférieures et supérieures. A quoi peut tenir cette différence dans le développement? Peut-être à la présence en excès de l'acide carbonique dans les eaux marines au sein desquelles ont vécu ces mollusques.

Aperçu de la faune albienne de la Côte-d'Or.

DÉSIGNATION des ESPÈCES	SABLES INFÉRIEURS DE			ARGILES VERSICOLORES DE		
	Asnières.	Marsannay-le-Bois.	Bretigny.	Bourberain.	Mirebeau.	Janeigny.
Vertébrés.						
Ossements indéterminables	*	*	.	*	.	.
Vertèbres de poissons	.	.	.	.	*	.
Annelés.						
Pinces de Glyphées	.	.	.	.	.	*
Mollusques.						
Belemnites minimus, List.	.	.	*	.	*	*
Nautilus Clementinus, d'Orb.	.	*	.	.	.	.
Ammonites Dupinianus, d'Orb.	.	*	*	.	*	*
— *latidorsatus*, Mich.	.	.	.	.	*	.
— *Mosensis*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *mammillaris*, Schl.	.	.	*	*	.	*
— *Archiacianus*, d'Orb.	*	.	.	.	*	.
— *Milletianus*, d'Orb.	.	*	.	.	.	.
— *Beudanti*, Brong.	.	*	.	*	*	*
— *splendens*, Sow.	*	.	.	.	*	.
— *auritus*, Sow.	.	.	*	.	*	.
Crioceras sp.	.	.	.	.	*	.
Hamites virgulatus, d'Orb.	.	.	.	*	.	.
— *elegans*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *alternatus*, Phill.	.	.	.	.	*	.
— *Sablieri*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *Bouchardianus*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *flexuosus?*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
Ptychoceras Barrensis, Buv.	.	.	.	.	*	.
Scalaria sp.	.	*	.	.	.	.
Turritella Hugardiana, d'Orb.	.	*	.	.	.	.
Avellana Hugardiana, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *ovula?*, d'Orb.	.	.	*	.	.	.
— sp.	.	.	.	.	*	.
Ringinella sp.	.	.	.	.	*	.
— *lacryma?*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— sp.	.	.	.	.	*	.
Natica excavata, Mich.	.	*	*	.	.	.
— *gaultina?*, d'Orb.	*	.	.	.	.	.
Solarium ornatum, Fitton	.	*	.	.	*	.
— sp.	.	.	.	.	*	.
Turbo sp.	.	.	.	*	.	.
Pleurotomaria lima, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
Pterocera Dupiniana, d'Orb.	.	*	.	.	*	.
— *marginata?*, d'Orb.	.	*	.	.	*	.
Rostellaria Parkinsoni, Sow.	*	*	.	.	.	.
— *carinella*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *calcarata?*, Sow.	.	.	.	.	*	.
Fusus Vibrayeanus, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
— *Clementinus*, d'Orb.	.	*	.	.	.	.
Cerithium Cornuelianum, d'Orb.	*	.	.	.	.	.
— *Lallierianum*, d'Orb.	.	.	.	.	*	.
Acmæa tenuicosta, Mich.	.	.	.	.	*	.
Dentalium decussatum?, Sow.	.	*	.	.	*	.

Aperçu de la faune albienne de la Côte-d'Or (suite).

DÉSIGNATION des ESPÈCES	SABLES INFÉRIEURS DE			ARGILES VERSICOLORES DE		
	Asnières.	Marsannay-le-Bois.	Bretigny.	Bourberain.	Mirebeau.	Janeigny.
Panopæa acutisulcata. d'Orb	·	*	·	·	·	·
Lucina sculpta, Phill	·	·	·	·	*	*
— *Arduennensis*, d'Orb	·	·	·	·	*	·
Cardita Constantii, d'Orb	·	*	·	·	·	·
Trigonia Fittoni?, Desh	·	*	·	·	·	·
Cardium Dupinianum. d'Orb	·	·	*	·	·	·
Nucula bivirgata, Fitton	*	*	*	*	*	*
— *pectinata*, Sow	·	·	·	·	*	*
— *Albensis*, d'Orb	·	·	·	·	*	·
— *Arduennensis*, d'Orb	·	·	·	·	*	·
— *ovata*, Mantell	·	*	·	*	*	*
— *subrecurva*, Sow	·	·	·	·	*	*
Arca fibrosa, d'Orb	·	*	·	·	*	·
— *carinata*, Sow	·	*	*	·	*	*
Inoceramus concentricus, Park	·	·	·	·	*	*
— *Coquandi*, d'Orb	·	·	*	·	·	·
— *striatus*, Mantell	·	·	·	·	·	*
— sp	·	·	·	·	·	*
Janira Albensis, d'Orb	*	·	·	·	·	·
Spondylus gibbosus, d'Orb	·	·	·	·	·	*
Plicatula radiola, Lamk	*	*	*	*	·	*
— sp	*	·	·	·	·	·
Ostrea Arduennensis, d'Orb	*	*	·	*	·	*
— *Rauliniana*, d'Orb	*	*	·	*	·	·
— *canaliculata*, Sow	*	·	·	·	·	·
Lingula Rauliniana, d'Orb	·	*	·	·	·	·
Hemiaster sp	·	·	·	·	*	·
Diadema sp	·	·	·	·	*	·
Cidaris, radiole indéterminé	·	*	·	·	·	·
Trochocyathus sp	·	·	·	·	*	·

Considérations générales.

On se ferait une idée fort inexacte de l'importance des gisements précités, au point de vue de la faune, si on les jugeait d'après les listes qui précèdent. Ces listes sont le résultat de recherches trop peu multipliées ou entreprises dans des conditions trop défavorables, pour refléter d'une manière tant soit peu sûre l'ensemble des restes organiques propres à ces dépôts.

Les deux seules localités explorées avec un peu de suite sont celles de Marsannay-le-Bois et de Mirebeau : la première, en raison de sa proximité et du renouvellement fréquent des surfaces de fouilles pour l'extraction des sables connus des paysans sous le nom de *sobinet* et

utilisés, ainsi que je l'ai dit, soit à la confection des mortiers, soit au moulage dans les fonderies, ou employés comme émeri dans les scieries de pierre et de marbre ; la seconde, parce qu'une personne du pays a bien voulu ramasser pour moi, pendant assez longtemps, les fossiles des argiles rouges que l'on exploite là, d'une manière suivie, pour la fabrication de la tuile.

La proportion numérique des espèces dans chacun des dépôts précités, dépend donc surtout du plus ou moins d'insistance mise à leur recherche. Néanmoins, si incomplet que soit cet ensemble organique, il n'en offre pas moins les éléments principaux de la faune *albienne*, telle qu'on la connaît là où elle se trouve le mieux représentée.

Les espèces y sont même distribuées de façon à laisser croire que nos dépôts, si réduits qu'ils paraissent, n'ont peut-être pas été originairement plus développés comme puissance. En effet, si certaines espèces, comme les *Ammonites Milletianus, Panopœa acutisulcata, Plicatula radiola* et *Ostrea canaliculata*, particulières à l'Albien inférieur, sont ici confinées surtout dans les sables ou les parties voisines de la base, il en est d'autres qui, regardées ailleurs comme caractéristiques de la partie moyenne ou du sommet de l'étage, ne se rencontrent de même chez nous que dans les argiles versicolores, par exemple : les *Ammonites splendens, A. latidorsatus, A. Beudanti, Ptychoceras Barrensis, Hamites elegans, H. flexuosus*, etc.

Il est donc possible que le mouvement d'émersion qui s'est produit après le dépôt du Gault, mouvement dont nous avons des preuves par l'absence de tout produit cénomanien dans la contrée, tandis que le Turonien y est assez bien représenté, il est possible, dis-je, que cet exhaussement ait commencé à se faire sentir dès l'époque où les sables ferrugineux supérieurs se déposaient dans les départements voisins, et qu'il n'ait jamais existé ici aucun équivalent de ces produits.

Ce qu'il y a de certain, c'est que, sur les quelques points où il m'a été possible de constater la superposition de la craie turonienne au Gault, je lui ai toujours vu recouvrir directement la couche rouge des argiles versicolores à *Ammonites splendens*.

L'isolement de l'étage albien dans notre département est conséquemment des plus complets, aussi bien par le sommet que par la base, puisque, comme nous l'avons vu précédemment, il repose partout sur les calcaires portlandiens, sans intercalation d'aucuns produits aptiens ou néocomiens, le premier de ces étages n'existant même nulle part dans la contrée et le Néocomien n'y étant représenté que par l'îlot du Mont-Ardoux, à Pontailler-sur-Saône.

Cet état de choses témoigne plutôt, à coup sûr, de l'instabilité du sol à cette époque, que d'un exhaussement réel et définitif. Il est po-

sitif, en effet, que s'il y a eu une émersion bien constatée à l'époque aptienne, il est loin d'en être de même pour les époques néocomienne et albienne, dont des témoins avoisinent de si près l'axe de la Côte-d'Or. Il est non moins certain qu'après une nouvelle retraite des eaux marines à l'époque cénomanienne, la contrée s'est encore une fois trouvée submergée pour recevoir les dépôts assez puissants et nullement côtiers du massif de Tanay et de la butte de Belleneuve, où abondent surtout les *Terebratula Hebertiana, Terebratulina Campaniensis*, *T. gracilis* et autres brachiopodes.

Ces dépôts turoniens n'auraient d'ailleurs pas été les derniers produits de la submersion dont il s'agit, s'il fallait en juger par les débris sénoniens entassés sous forme de buttes morainiques aux pieds du Morvan, et dont j'ai pu, dans une précédente étude, jalonner la route sur une certaine étendue (1).

Si quelques points obscurs subsistent encore au sujet de la provenance de ces erratiques, j'ai la ferme conviction qu'une étude plus générale et plus complète de la question glaciaire dans la région finira par les élucider.

Le Secrétaire donne lecture des notes suivantes :

Sur la **dénudation** *du* **Mont-Lozère,**

par M. Th. **Ébray.**

Dans la séance du 4 novembre 1872, il a été donné connaissance de ma note intitulée : *Étude de l'ilot jurassique du Mas-de-l'Air* (2), où j'arrive aux conclusions suivantes :

1° La falaise supposée par les géologues qui se sont occupés des îlots jurassiques du Mont-Lozère, est la lèvre ancienne d'une faille;

2° Les couches les plus supérieures de l'ilot du Mas-de-l'Air doivent être rangées à la base de l'étage bathonien;

3° La succession des couches de cet îlot n'indique pas une formation côtière.

Ayant d'ailleurs indiqué à plusieurs reprises comment on peut tirer parti des failles pour calculer les dénudations, je n'ai pas cru convenable de revenir sur cette question.

Depuis la publication de ma petite note intitulée : *Les affleurements*

(1) *Observations sur divers produits d'origine glaciaire en Bourgogne*, in-8°, 160 p., avec pl.; Paris, Savy, 1873.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. I, p. 33.

des étages ne coïncident pas avec les limites des anciennes mers, depuis que j'ai démontré que les mers jurassiques et crétacées ont envahi en partie le Morvan et le Plateau central, que les Alpes elles-mêmes ont été dénudées sur près d'un kilomètre d'épaisseur, les idées se sont sans doute modifiées; il suffit pour s'en convaincre de consulter les travaux de MM. Collenot, Magnan et autres. Nous sommes en effet, aujourd'hui, loin du temps où les géologues concluaient à la parfaite tranquillité des mers jurassiques par la raison que l'on ne trouve plus sur les bords de ces anciennes mers les cordons littoraux qui caractérisent les mers actuelles (Hébert, *Les Mers anciennes et leurs rivages*).

Dans sa note sur la submersion du Mont-Lozère (1), M. Fabre arrive de son côté aux résultats suivants :

1° Des failles nombreuses font partout buter les dépôts jurassiques contre les roches cristallines;

2° L'étude attentive de ces dépôts oblige à admettre qu'aux époques de l'Infrà-lias et de l'Oolithe inférieure la mer jurassique a dû recouvrir le plateau granitique du Mont-Lozère.

Quoique les conclusions de notre confrère aient beaucoup d'analogie avec les miennes, je dois dire que si j'admets que les mers jurassiques ont couvert la plus grande partie des montagnes de la Lozère, il n'en résulte pas nécessairement qu'il n'ait pas pu exister à cette époque quelques points émergés.

D'un autre côté, je pense que non-seulement on doit admettre que les mers bajociennes ont recouvert ces montagnes, mais que l'on peut aussi supposer que des étages supérieurs, tels que les étages oxfordien et même corallien, sont dans le même cas.

M. Fabre prétend d'abord que le calcul conduit à admettre que les dénudations n'atteignent pas, aux points qu'il considère, plus de 200 à 300 mètres.

Je suppose que notre savant confrère est arrivé à ce chiffre en prenant pour base unique le maximum d'épaisseur des terrains jurassiques qui butent contre les massifs anciens. Cependant je vais montrer qu'en calculant ainsi on néglige certains éléments.

J'admets que l'épaisseur des terrains jurassiques sur la lèvre affaissée soit représentée par e, et qu'il en reste sur la lèvre redressée une épaisseur réduite e', la dénudation apparente sera bien égale à $e - e'$.

Dans cette évaluation, e' peut se trouver réduit à dix ou cinq centimètres, mais il faut que ce terme existe.

S'il n'existe pas et si le terrain jurassique vient buter contre la lèvre ancienne entièrement dépourvue de couches de ce terrain, il faut en

(1) *Bull.*, 3e série, t. I, p. 306; 21 avril 1873.

conclure que non-seulement la dénudation a enlevé les couches jurassiques, mais qu'une certaine épaisseur de terrain ancien a été décapée. Cette épaisseur peut, dans certains cas, être évaluée par l'étude stratigraphique détaillée des couches du voisinage (Au Mas-de-l'Air je suis arrivé à une épaisseur de 80 mètres). Désignons cette épaisseur par E; l'importance de la dénudation *apparente* sera de $e + E$.

Mais la dénudation *réelle* n'est pas égale à l'épaisseur des terrains jurassiques restés sur la lèvre affaissée; car il est évident que, pendant que les causes dénudatrices (*j'ai dit que la mer seule, par son déplacement, permet de mettre en regard la grandeur de la cause et l'importance de l'effet*) agissaient sur la lèvre redressée, elles agissaient aussi, quoiqu'à un moindre degré, sur la lèvre affaissée. Celle-ci a donc dû être dénudée.

Il est sans doute difficile de savoir de combien ; mais j'estime qu'en moyenne on ne s'écarte pas beaucoup de la vérité en supposant que les effets de la dénudation sur la lèvre affaissée se réduisent à la moitié de ceux subis par l'autre lèvre.

Le troisième terme à ajouter aux premiers sera donc $\frac{e+E}{2}$; de sorte que la dénudation minima étant de e, la dénudation réelle se rapprochera plus ou moins du terme : $e + E + \frac{e+E}{2}$.

Si nous admettons le chiffre de 300 mètres proposé par M. Fabre, la dénudation probable, mais, il faut le dire, plus ou moins hypothétique, sera de 600 mètres, en supposant $E = 100^m$.

Ce calcul, plus rapproché de la vérité, permet de conclure que l'étage le plus supérieur étant l'étage bathonien, on peut supposer que des étages plus récents ont recouvert les montagnes de la Lozère.

Les sommets ayant été dénudés plus fortement que les autres parties, ils devaient atteindre, avant les dénudations, des hauteurs supérieures à 2300 mètres.

La raison que donne M. Fabre, à savoir : *le sommet de la montagne* (1702^m) *ne dominant les dépôts sédimentaires les plus élevés* (1470^m) *que d'une quantité bien inférieure aux différences locales de niveau que présentent les dépôts eux-mêmes, d'une région à l'autre, on est en droit de présumer que le plateau du Mont-Lozère a dû jadis supporter quelque dépôt jurassique* (1), n'étant pas péremptoire, je préfère en rester à la conclusion que j'ai formulée ainsi (2): *s'il est téméraire d'arrêter les limites des anciennes mers jurassiques, il est imprudent d'affirmer que ces dernières ont couvert toutes les montagnes de la Lozère*

(1) *Loc. cit.*, p. 322.
(2) *Bull.*, 3e sér., t. I, p. 36.

conclusion qui ne veut pas dire que cette submersion doive être considérée comme impossible.

Note sur les gisements de **Polypiers** *des terrains* **tertiaires moyen** *et* **supérieur** *des provinces d'***Oran** *et d'***Alger,**

par M. **Bleicher.**

Le terrain tertiaire moyen des provinces d'Oran et d'Alger se divise, stratigraphiquement plutôt que paléontologiquement, en trois étages, qui sont de bas en haut :

1° Le *Cartennien,* caractérisé par des grès, des poudingues, des marnes sableuses brunes et une faune particulière d'Échinides, de Polypiers et surtout de Pétro-spongiaires ;

2° L'*Helvétien,* marno-sableux, marneux ou calcaire, contenant ordinairement des bancs d'*Ostrea crassissima* et une série remarquable d'Échinides, de Polypiers généralement nouveaux, et de Foraminifères ;

3° Le *Sahélien,* marneux blanc ou sableux jaunâtre, fort riche, dans les environs d'Oran, en Poissons, Bryozoaires, Polypiers, Échinides, etc.... D'après M. Pomel (1), cet étage doit être rapproché du *Tortonien.*

Le Pliocène proprement dit, gréso-calcaire ou sableux, recouvre directement le Sahélien ; les fossiles qu'on y rencontre sont généralement trop mal conservés pour pouvoir être déterminés.

Les traits généraux des faunes de ces différents étages sont encore peu connus, et l'on ignore les relations qu'elles ont entre elles et les conditions dans lesquelles elles ont vécu.

L'étude spécifique des différentes classes d'animaux fossiles qu'on y rencontre nous étant interdite, en raison de l'absence, dans la province d'Oran, de collections et de livres spéciaux, nous avons cherché à faire avancer la connaissance de ces terrains en nous occupant de grouper ces fossiles par stations analogues à celles des mers actuelles, et de comparer ces stations entre elles.

La classe des Polypiers nous paraît, à ce point de vue, une des plus intéressantes. On en rencontre de nombreux échantillons dans les trois étages du Tertiaire moyen ; mais leurs formes sont plus variées, plus nombreuses, dans les deux plus anciens, que dans le supérieur. On ne les observe pas d'ailleurs dans tous les gisements : les régions

(1) *Sahara*, p. 41, *in Bull. Soc. climatol. Alger*, 1872.

littorales et les écueils qui surgissent au milieu du bassin miocène paraissent être leurs stations principales ; dans ces conditions, ils sont très-communs, mais diffèrent de ceux que l'on trouve dans les sédiments formés sous une grande épaisseur d'eau.

Les polypiers tertiaires sont : 1° disséminés et plus ou moins brisés dans les marnes brunes, plus rarement dans des roches détritiques, sables, grès, conglomérats ; 2° disposés en couches irrégulières (récifs) au milieu des marnes sableuses ou des grès ; 3° fixés encore sur les rochers où ils ont vécu.

1° Il n'est pas rare de rencontrer au milieu des marnes grises ou des sables jaunâtres du Sahélien, de nombreux échantillons de Polypiers libres, des genres *Flabellum, Ceratotrochus, Stephanophyllia,* accompagnant une faune riche en Bivalves et Univalves, mal conservés à Oran, très-bien conservés à Mascara. Ces gisements fossilifères correspondent à des fonds assez considérables : en effet, à Oran, on y trouve l'*Ostrea cochlear,* qui vit encore dans les grandes profondeurs de la Méditerranée.

Les riches gisements fossilifères de la base du Sahélien des environs d'Oran appartiennent à une station de nature différente. Ils renferment des coralliaires (1) (*Corallium rubrum, Melitea Oranensis,* Pom.), des Alcyonnaires (*Gorgonella anomala,* Pom.), des Pennatulides (*Virgularia Sahelensis,* Pom.), des Graphulaires (*G. barbara,* Pom.), vivant fixés ou libres au milieu de colonies puissantes de Bryozoaires, de Térébratules, de *Megerlea,* d'Échinides, etc. Cette station littorale est analogue aux stations actuelles du Corail, et correspond probablement à un fond peu considérable.

Les nombreux gisements miocènes de Polypiers des environs de Boghar (province d'Alger), découverts par notre excellent ami M. Thomas, vétérinaire aux Spahis, appartiennent en partie à ce genre de stations. Celui du camp Morand contient, avec quelques Polypiers libres (*Ceratotrochus, Flabellum*), des débris de *Corallium rubrum* et d'*Isis,* et plus rarement des espèces à plateau appartenant aux Héliastrées.

2° A Mendjbeur et à Oum-el-Addan, il semble, au contraire, qu'il y ait eu un vrai récif où vivaient côte à côte les Polypiers à plateau et les Polypiers cespiteux et rameux, actuellement disséminés et parfaitement conservés dans des marnes brunes. On y trouve en effet de nombreux représentants des genres : *Isis, Corallium, Cladangia, Cryptangia* (voisine de la *C. Woodi,* M.-Edw.), *Stylophora* (trois espèces, dont une voisine de la *S. thyrsiformis* du miocène d'Italie),

(1) *Comptes-rendus Ac. Sciences,* 1868, p. 963.

Heliastrea (deux espèces), *Astrea* (deux espèces), *Meandrina, Diplohelia* (voisine de la *D. reflexa*), *Oculina, Cladocora, Desmophyllum ;* deux espèces de Polypiers libres intermédiaires entre les *Mussa* et les *Montlivaultia ;* des *Ceratotrochus, Stephanophyllia, Montipora, Balanophyllia, Litharea.*

On voit que les Polypiers astréens caractérisent surtout les stations d'Oum-el-Addan et de Mendjbeur, tandis qu'à Boghar, où le faciès est vaseux, on rencontre surtout les *Isis, Corallium, Ceratotrochus,* et plus rarement des Polypiers rameux.

Le vrai type du récif miocène, formant une couche irrégulière au milieu des sédiments de cette époque, se trouve dans le gisement découvert au fond de la vallée de l'Oued-Malah, à Kef-el-Matmor, par M. Gouin, géomètre à Oran, avec qui nous l'avons visité. Ce récif se présente sous la forme d'une couche calcaire résistante, en saillie sur les pentes abruptes des flancs de la vallée. Du fond de celle-ci au sommet des collines, on relève la coupe suivante :

Alternances d'argiles sableuses, de poudingues, de marnes sableuses, en bancs minces, à impressions végétales charbonneuses, avec fossiles rares : *Pecten* de grande taille, *Spondylus*	40^m
Banc irrégulier de calcaire sub-cristallin, gris-rosé, compact, formé entièrement de couches superposées de Polypiers à plateau, des genres *Stylophora, Heliastrea, Septastrea?, Astrea, Litharea,* taraudé par les Pholades, recouvert de Balanes, de Bryozoaires *(Eschara)*	0^m70 à 1^m
Marne sableuse grise ou grès sableux gris, avec valves de Balanes, Huîtres, Spondyles, à l'état de débris	30^m
Grès siliceux gris-jaunâtre	1^m50
Marne sableuse jaunâtre	25^m

Le banc de Polypiers affleure sur environ 600 mètres de longueur, en plongeant légèrement vers le N. E., c'est-à-dire vers la plaine. En amont, il devient de plus en plus irrégulier et finit par se distinguer difficilement des masses environnantes ; en aval il paraît s'atténuer peu à peu pour finir par disparaître complétement. C'est donc en réalité une lentille corallienne intercalée au milieu d'une formation essentiellement détritique, et il est permis de dire qu'en ce point un vrai récif de Polypiers s'est développé à l'époque miocène, dans des conditions à peu près analogues à celles que l'on rencontre de nos jours dans les récifs barrières.

3° Aux environs de Tlemcen, on rencontre fréquemment, le long de la falaise de grès et de dolomies jurassiques (corallo-astartiennes) qui forme la limite méridionale du Tell oranais, des bancs irréguliers de Polypiers fixés aux écueils rocheux sur lesquels ils ont vécu. Ces écueils sont le plus souvent dolomitiques et appartiennent à l'étage corallo-

astartien ; ils sont taraudés par les Pholades et sont recouverts d'Huîtres (*O. Boblayei ?*) et de Polypiers étalés en plateaux et appartenant aux genres *Heliastrea* et *Stylophora*.

L'âge de ces écueils est indiqué par les couches marno-sableuses qui y sont adossées ou qui les recouvrent ; car on rencontre dans celles-ci des bancs épais d'*Ostrea crassissima*.

Le gisement principal de ces Polypiers *helvétiens*, découverts par MM. Pomel et Pouyanne, se trouve à 1500 mètres au nord-est de Tlemcen, sur les bords d'un ravin ; mais des gisements analogues se montrent vers le village de Sef-Sef et au nord-ouest des ruines de Mansourah. Au milieu des Polypiers il n'est pas rare de rencontrer des échantillons de trois espèces de *Neritopsis*, des Pholades, des Peignes, des Turritelles et de rares baguettes de *Cidaris*.

Les gisements de Polypiers pliocènes sont rares : en dehors de ceux qu'indique M. Pomel (1) au cap Figalo, nous ne connaissons que celui des environs de Médéah, où M. Thomas a récemment recueilli un *Astroites* différent de l'*A. calycularis*.

Quelques remarques sur les **Granulites** *et les* **Minettes** ; *nouvelle* **classification** *des* **roches éruptives**,

par M. Th. **Ébray**.

On sait que M. Gruner désigne par le nom de *porphyre granitoïde* la roche éruptive qui traverse les schistes carbonifères du département de la Loire. Il assimile cette roche à un granite, en la spécifiant ainsi (2) : « Le porphyre granitoïde est, comme le granite ordinaire, une roche éruptive composée de feldspath, quartz et mica ; dans l'une et l'autre roche les trois éléments sont de la même façon irrégulièrement associés. Il ne diffère des granites ordinaires que dans une certaine différence dans la proportion relative du quartz et du feldspath et dans la masse feldspathique qui est à base de soude. »

Dans sa *note sur quelques roches analogues aux porphyres granitoïdes de la Loire* (3), M. Michel-Lévy divise ces roches en trois sections : 1° les *porphyres granitoïdes feldspathiques*, avec pâte entièrement cristalline (je ne sais pas bien ce que notre confrère désigne par une pâte entièrement cristalline, et je suppose que c'est dans cette section qu'il convient de ranger les granites sur lesquels M. Gruner

(1) *Sahara*, p. 47.
(2) *Descr. géol. et min. du dép. de la Loire*, p. 281.
(3) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 60.

s'est appuyé dans sa définition); 2° les *porphyres granitoïdes quartzifères,* qui forment un passage au porphyre quartzifère franc ; 3° les *porphyres granitoïdes euritiques,* passant au *leptynite.*

A la suite de quelques observations de M. Gruner, M. Michel-Lévy abandonne son terme de *leptynite* et le remplace par celui de *granulite.*

Dans une deuxième *note sur une classe de roches éruptives intermédiaires entre les granites porphyroïdes et les porphyres granitoïdes (groupe des granulites)* (1), ce géologue, après avoir remarqué qu'il a comparé certains porphyres granitoïdes de la Loire à des roches de la famille des leptynites, dit qu'il y a là une série éruptive qui s'intercale, comme âge, entre les porphyres granitoïdes et les granites porphyroïdes. Après avoir reproduit la description des granulites de la Saxe, l'auteur énumère les filons de cette roche dont il a connaissance et qui, suivant lui, auraient traversé le granite porphyroïde.

MM. Michel-Lévy et Douvillé reviennent dans une troisième note (2) sur la question des granulites et paraissent chercher à établir leur manière de voir, tout en prétendant, en réponse à une observation de M. Gruner, que le granite porphyroïde, la granulite et le porphyre granitoïde sont des roches qui offrent entre elles tous les passages.

En résumé, le porphyre granitoïde de M. Gruner serait un granite ; le leptynite d'abord n'en serait qu'une variété, puis il deviendrait une granulite ; ensuite la granulite, passant dans le dévonien, s'intercalerait entre le porphyre granitoïde et le granite porphyroïde, et finalement toutes ces roches passeraient des unes aux autres.

Je vais maintenant faire connaître les allures de quelques filons de granulite qui s'observent dans les tranchées du chemin de fer entre l'Arbresle et Tarare.

Les roches sédimentaires qui affleurent dans ces tranchées ne sont pas variées. De Tarare à Pontcharra se remarquent les schistes carbonifères, traversés par le grand filon des Arnas, qui se continue jusqu'à quelques kilomètres de l'Arbresle. Il existe au sud de Saint-Romain un grand empâtement dont le métamorphisme est très-curieux à étudier. A la suite du porphyre, vers l'Arbresle, reviennent les schistes carbonifères, surmontés de quelques couches de l'étage houiller, de quelques indices de grès bigarré, d'infrà-lias et de poudingues ferrugineux éocènes.

Ces schistes carbonifères et ces porphyres sont traversés par de nombreux filons, généralement assez minces, de granulite, quelquefois à

(1) *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 177.
(2) *Id.*, p. 189.

mica blanc, plus rarement à mica noir. Comme l'a déjà fait remarquer M. Fournet, certains cristaux de mica montrent les deux couleurs. Les filons sont souvent restés presque verticaux ; vers l'Arbresle ils ont été disloqués par des rejets qui leur donnent l'aspect d'une coupe d'escalier. Ils sont, en moyenne, dirigés du sud au nord, mais les directions des filons des roches éruptives ne sont pas toujours parallèles entre elles, et pour s'en convaincre il suffit de consulter la Carte géologique du département de la Loire, où certains filons de porphyre affectent des formes circulaires.

Le porphyre quartzifère se développe à l'ouest de la chaîne beaujolaise ; il ne contient pas de filons de granulite.

Cette dernière roche, ayant traversé les schistes carbonifères et non le porphyre quartzifère, doit être considérée dans cette contrée comme contemporaine de ce dernier.

D'un autre côté, le porphyre quartzifère du Rhône est traversé (Amplepuis) par une roche éruptive spéciale, la *minette*, et, comme le porphyre quartzifère traverse les grès anthracifères, la minette a dû naturellement traverser le terrain houiller. Elle représente donc géologiquement la roche décrite par M. Gruner dans sa *note sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère* (1). M. Gruner établit d'ailleurs que cette roche trappéenne prend tour-à-tour les noms de *greenstone, whinstone, toadstone, greenrock, whiterock, roche noire de Noyant, dioritine, porphyre verdâtre, porphyre pyroxénique, wacke, porphyre brun noir*, et il la compare finalement à la minette, en disant (p. 100) : « *Le mica manque dans la roche de Fourneaux, mais il s'est développé dans plusieurs dykes que l'on voit aux environs d'Aubusson. Dans la dioritine de Commentry, aux mines de Ferrières, le mica brun noir, ferro-magnésien, abonde même à tel point que la masse prend, jusqu'à un certain point, l'apparence d'une minette, ou plutôt de la roche que M. Delesse a appelée kersantide, et dont l'élément feldspathique est l'anorthose. Au reste, même dans ces variétés micacées, la dureté l'emporte sur celle des minettes.* »

En effet, on remarque aussi dans le département du Rhône que les filons de minette passent quelquefois, comme au pied du Mont-Bouxièvre, à une roche micacée dont le feldspath paraît être du sixième système ; mais tout le monde sait que suivant la nature de la roche encaissante, l'état hygrométrique, l'altitude, l'épaisseur du filon, la résistance à l'écrasement des roches éruptives varie de 300 à 2000 kilogrammes par centimètre superficiel.

D'un autre côté, l'étude d'une roche éruptive ne comprend pas seu-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIII, p. 96.

lement son analyse, la détermination des éléments qui la constituent, leur mode d'association, la pesanteur spécifique ; il faut encore, et c'est là un travail important qui reste à achever sur le terrain, rechercher dans quelle mesure elle varie dans l'épaisseur même de la formation, suivant la largeur du filon et surtout suivant l'altitude à laquelle on la considère.

Il y a déjà longtemps que M. Delesse a fait la remarque que l'état cristallin d'une roche varie du bord vers le centre du filon. Quoi de plus naturel pour ceux qui ont suivi les procédés métallurgiques ? Ne voyons-nous pas dans les grosses pièces de fonte le centre à gros grains et les bords à petits grains ? La résistance du métal, suivant les expériences faites avec Pépin-Lehalleur, nous a donné des différences de 20 à 30 % entre la fonte du centre et celle des bords, et c'est ce fait qui, joint à d'autres considérations géométriques, a déterminé la pratique des évidements et des nervures.

Cette différence dans l'état cristallin de la roche provient évidemment de la vitesse plus ou moins grande du refroidissement.

Mais cette différence du refroidissement n'existe pas seulement dans les différentes parties d'un filon suivant l'horizontale : elle est encore bien plus sensible suivant la hauteur.

J'ai déjà fait connaître que le porphyre quartzifère à grands cristaux du pied du Mont-Bouxièvre, sur la limite des départements du Rhône et de la Loire, devenait une eurite à petits grains vers l'altitude du sommet (1000^{m}). J'ai appelé l'attention de la Société géologique sur le remarquable filon de porphyre qui occupe le sommet des Alpes dauphinoises : à Beaufort, dans la vallée, il apparaît sous l'aspect d'un granite porphyroïde ; sur le sommet du Gros-Mont, à près de 3000 mètres d'altitude, il passe à une eurite quelquefois granulitoïde ; dans la vallée de l'Isère, à Cevin, il devient un granite porphyroïde ; sur les sommets qui séparent l'Isère de l'Arc, il prend de nouveau l'aspect euritique ; à Épierre, dans le fond de la vallée de l'Arc, il est exploité comme granite ; enfin, sur les sommets du Pic-du-Fresne, au-dessus d'Allevard, il reprend son faciès euritique.

Mon observation n'est pas restée isolée, car M. Fischer-Ooster, de Berne, vient tout dernièrement de la confirmer sur les filons des Grandes Alpes.

Notre savant et regretté Fournet avait déjà appelé l'attention des géologues sur la variabilité de certaines roches. Pour s'en convaincre il suffit de consulter sa note sur la Syénite du Beaujolais (1), où il coordonne les résultats de ses études sur les roches éruptives.

(1) *Géologie lyonnaise*, p. 305.

Il admet cinq groupes : chacun d'eux possède son état granitoïde, lequel dégénère en divers autres. Ainsi son granite ancien se dégrade en granulites qui peuvent passer aux leptynites ; sa syénite varie aussi de l'état porphyroïde à l'état granulitique ; son porphyre quartzifère passe à des porphyres granitoïdes, à des eurites et à des masses leptynitiques.

Il me paraît donc évident que l'on arrive à un véritable gâchis quand on cherche à appliquer les termes minéralogiques à des considérations géologiques ; aussi longtemps que l'on procèdera ainsi, on perdra un temps précieux à discuter sur les mots.

Pour éviter cet écueil, je propose d'abandonner, dans les discussions géologiques, les termes basés sur la composition des roches et d'établir une classification plus large et plus commode ; il convient d'introduire dans cette étude une réforme analogue à celle que d'Orbigny a introduite dans la nomenclature des terrains stratifiés. Je ne tiens pas à être le réformateur ; mais, dans l'intérêt de la science, je propose dès aujourd'hui de désigner par les termes de *carbophyre, anthraphyre, kohlephyre, triaphyre, juraphyre,* etc., les roches éruptives qui ont traversé les terrains carbonifère, anthracifère, houiller, triasique, jurassique, etc.

Séance du 29 *mars* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Vélain, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. A. Bedarida.

M. Tournouër fait la communication suivante :

Coup d'œil sur la faune des **couches** *à* **Congéries** *et des* **couches** *à* **Paludines** *de l'***Europe centrale** *et* **méridionale,** *à l'occasion d'un récent travail de* **M. S. Brusina,**

par M. R. **Tournouër.**

J'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique, de la part de l'auteur, M. Spiridion Brusina, attaché au Muséum d'Agram, un travail sur les Mollusques continentaux fossiles de la Dalmatie, de la Croatie et de l'Esclavonie (*Fossile Binnen-Mollusken aus Dalmatien, Croatien und*

Slavonien, Agram, 1874. Édition allemande de la publication croate, avec un appendice et 7 planches de fossiles).

Ce travail paléontologique a pour objet l'étude des coquilles fossiles recueillies dans les couches d'eau douce du terrain tertiaire supérieur ou mio-pliocène de la région, qui ont occupé dès 1862 MM. Stur, Hörnes et plusieurs autres géologues, et qui ont notamment fait en 1869 la matière d'un travail spécial et très-intéressant de M. Neumayr (1).

Ces fossiles proviennent en très-grande partie de marnes d'eau douce caractérisées par une abondance singulière d'*Unio* et de grandes Paludines, de types remarquables, qui leur a fait donner par les géologues autrichiens le nom de *Couches à Paludines (Paludinen-Thone)*. Ces couches, qui reposent en Croatie et en Esclavonie sur les couches à *Ceritium pictum* et *C. rubiginosum* de l'étage sarmatique (*Sarmatischen-Stufe*), et en Dalmatie, en stratification discordante, d'après M. Neumayr, sur les couches redressées des terrains tertiaires anciens ou des calcaires crétacés, sont considérées maintenant comme indépendantes des couches sarmatiques et des couches à Congéries (*Congerien-Schichten*), auxquelles elles se rattachent d'ailleurs par un certain nombre d'espèces communes.

Ce serait le dernier terme de ce grand système de couches d'eau saumâtre et d'eau douce suprà-miocènes de l'Europe centrale et orientale, qui a donné lieu, en Autriche et ailleurs, à beaucoup de travaux et à beaucoup d'intéressantes découvertes, depuis le temps, bien éloigné déjà, où MM. de Verneuil et Deshayes faisaient connaître pour la première fois la curieuse faune tertiaire supérieure de la Crimée. Depuis une quinzaine d'années particulièrement, MM. Reuss, Hörnes, Stur, Abich, Stoliczka, Neumayr, Fuchs, Pilar, Paul, R. Hörnes, etc., ont multiplié sur ces terrains les travaux et les publications, et donné le moyen aux géologues étrangers de retrouver en dehors du bassin du Danube quelques membres épars de ces grandes et curieuses formations.

Les couches saumâtres de l'*étage sarmatique* à *Potamides, Buccinum, Tapes, Mactra*, etc., et les couches de l'*étage à Congéries*, si remarquables par leurs formes étranges de grandes Congéries (ou plutôt *Dreyssensia*), de *Cardium* particuliers, de *Dreyssenomya*, de *Valenciennesia*, etc., sont reconnues maintenant dans tout le bassin du Danube au-dessus des couches marines tortoniennes de Baden et de Lapugy, et sur de grands espaces de la Russie méridionale et de l'Asie

(1) *Jarbuch der K. K. geol. Reichs.*, 1869, n° 3.

centrale, dans toute la province aralo-caspienne, où se sont perpétués jusqu'à nos jours quelques-uns des types de leur singulière faune.

A l'occident de l'Europe, au contraire, dans le Sud-Ouest de la France, où les marnes tortoniennes de Saubrigues sont surmontées immédiatement par le sable azoïque des Landes, ces couches manquent totalement jusqu'à présent.

Mais dans la vallée du Rhône, elles sont constatées maintenant dans l'ancien grand delta du fleuve, à Bollène et à Théziers, en relation avec des couches purement marines (Mayer, Tournouër).

Dans le Nord de l'Italie, elles ont été reconnues à Tortone même (Mayer, etc.), et à Val di Magra (Capellini); dans l'Italie centrale, près de Livourne (Capellini) (1); dans l'Italie méridionale, à Syracuse et à Messine (Seguenza, Mayer, Fuchs, etc.).

Enfin, en Algérie, je crois, d'après de récentes communications de M. Bleicher, que l'étage sarmatique doit être reconnu dans certaines couches à Paludestrines et à Potamides des environs de Terni, dans la province d'Oran.

Les *couches à Paludines* elles-mêmes, très-remarquables aussi par leurs types particuliers d'*Unio*, de Vivipares, de petites Mélanidées, de Mélanopsides et de Néritines, peuvent déjà être signalées en dehors de la région danubienne, où elles sont reconnues depuis la Valachie jusqu'à la Dalmatie.

J'y rattache, pour ma part, dans la vallée du Rhône et de la Saône, les couches de Montpellier, de Théziers et de Visan, à *Potamides Basteroti, Melampus Serresi, Melanopsis Neumayri*, etc.; les couches à *Paludina Falsani*, Fischer, *P. Bressana*, Ogérien, *Melanopsis Neumayri*?, de Lyon et de Saint-Amour au pied du Jura; et même les dépôts à coquilles terrestres de Meximieux, de Hauterive et de Montpellier.

J'y rattache en Grèce, avec une complète certitude, les marnes d'eau douce à *Paludina Sadleri* et à Mélanopsides de l'île de Cos, ainsi que je l'ai dit à la suite de la communication récente de M. Gorceix sur la Géologie de cette île (2), et sur le vu de nombreux spécimens de cette

(1) *La formazione gessosa di Castellina-Marittima*, Bologne, 1871. L'échelle des terrains donnée par M. Capellini dans cet intéressant Mémoire offre des points de comparaison curieux avec celle du bassin de Théziers, dans le département du Gard. Elle me paraît d'ailleurs devoir être remontée d'un ou deux degrés au moins pour les couches inférieures.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 398; 1874. — Je profite de l'occasion pour signaler une erreur typographique importante, qui s'est glissée dans mes courtes observations, à la p. 403. Le dépôt lacustre de Cos n'est pas **supporté**, mais bien au contraire **surmonté** par des couches saumâtres, puis par des cou-

faune dont j'ai commencé la publication (1). Par extension, je ne doute guère qu'il ne faille réunir à ces dépôts lacustres de Cos ceux que le capitaine Spratt a signalés et étudiés en Crète (2), ceux de l'île de Rhodes d'où provenait la *Paludina clathrata,* Deshayes (3), ceux de Calamaki, où M. Gaudry a retrouvé la même Paludine au-dessous des couches marines pliocènes (4), et divers dépôts de la Turquie d'Europe ou d'Asie reconnus par M. Viquesnel (1868), par Forbes ou par M. de Tchihatcheff.

L'extension de ces dépôts d'eau douce, similaires de ceux de la vallée du Danube et de la Dalmatie, dans la Grèce, les Iles Grecques, et probablement l'Asie Mineure et la Turquie, témoigne de l'étendue de l'émersion continentale dont l'Europe a été le théâtre pendant cette période, et de ce grand mouvement d'exhaussement dont le centre paraît avoir été entre les Alpes et le Taurus et qui a eu pour effet de faire plonger, à l'ouest, le littoral européen sous les eaux de l'Atlantique, et de faire reculer vers l'est et de réduire peu à peu aux cuvettes saumâtres de la région aralo-caspienne l'ancienne mer danubienne.

Mais le type paléontologique de la faune de ces couches à Paludines restera toujours sans doute acquis à cette région de la Dalmatie, de la Croatie et de l'Esclavonie, où elle a été bien étudiée pour la première fois par MM. Stur et Neumayr, et où M. Brusina vient d'en reprendre et d'en résumer l'étude dans le travail que je présente à la Société. On jugera de la richesse et de l'intérêt de cette faune par quelques détails que je prends dans la préface de M. Brusina, où il l'a soumise à une analyse intéressante, aux divers points de vue de la paléontologie, de la zoologie et de la distribution géographique ou stratigraphique des types vivants ou éteints qui la composent.

La faune régionale décrite par M. Brusina ne contient pas moins, d'après lui et d'après sa manière, peut-être un peu facile, d'entendre l'espèce en zoologie, de 139 types spécifiques, dont 129 dénommés et 10 encore indéterminés. Sur ces 129 espèces, dont 50 sont nouvelles, 17 seulement sont encore vivantes en Europe; de ces 17 espèces, 13 se retrouvent, et quelques-unes exclusivement, dans la région dalmato-croate, comme *Melanopsis Esperi, M. acicularis, Lithoglyphus fuscus,*

ches marines appartenant au pliocène bien caractérisé; de même que les couches de l'étage sarmatique du bassin du Danube surmontent les couches marines du miocène supérieur ou tortonien et sont supportées par elles. Tout le système fluvio-lacustre est donc réellement mio-pliocène.

(1) *Journal de Conchyliologie,* 3e sér., t. XV, p. 76; 1875.

(2) *Travels and Researches in Crète;* 1865.

(3) *Voyage de Morée.*

(4) *Animaux fossiles de l'Attique.*

Neritina Danubialis, etc., et 4 dans l'Europe méridionale ou en dehors de la région: *Melanopsis prœmorsa, M. costata, M. Maroccana, Hydrobia stagnalis*. Restent donc 112 espèces fossiles éteintes. Sur les 129 espèces fossiles, éteintes ou non, il n'y en a pas moins de 88 qui sont spéciales à la région; les 41 autres se retrouvent en Europe dans divers gisements.

A un autre point de vue, sur le total de 139 espèces reconnues, il y a seulement 8 espèces terrestres et 13 d'eau saumâtre; les 118 autres, c'est-à-dire l'immense majorité, sont d'eau douce. Les coquilles terrestres sont évidemment accidentelles dans ces gisements, et le peu de spécimens qu'on en a recueillis ne peut donner aucune idée de la faune terrestre contemporaine de la faune aquatique. Celle-ci était plutôt une faune d'eau vive ou d'eau courante, de rivière, qu'une faune d'eau stagnante; car je remarque que les espèces et les échantillons de Limnées et de Planorbes sont rares. Au contraire, les genres les plus richement représentés en espèces et en échantillons sont : les *Neritina*, les *Unio* (20 espèces), les *Melanopsis* (24), les *Vivipara* (25). Quelques espèces de Vivipares comptent leurs échantillons recueillis par centaines, et quelques espèces de Mélanopsides par milliers! Les *Unio* sont plus riches en espèces qu'en individus. Dans les Congéries ou *Dreyssensia*, une seule espèce est commune: c'est la *D. polymorpha*, encore vivante.

Au point de vue zoologique, ce sont les petites Mélanidées et Paludinidées qui ont fourni le plus de types génériques nouveaux : *Prososthenia*, Neum., *Fossarulus*, Neum., *Emmericia*, Brus., *Stalioa*, Brus.

Au point de vue de l'origine géologique ou de la distribution stratigraphique de ces 139 espèces, il y en a seulement 26 qui se retrouvent soit dans les couches à Congéries, soit dans des couches miocènes plus anciennes, comme *Valenciennesia annulata, Dreyssensia triangularis, D. Balatonica, Melanopsis Bouei, M. acicularis, M. Esperi, M. impressa, Melania Escheri, Helix pomatia?*, etc. Toutes les autres proviennent en propre des argiles ou marnes d'eau douce à Paludines de la région.

Au point de vue de la distribution géographique actuelle des types, M. Brusina reconnaît, dans ses 139 espèces, 94 types européens (en y comprenant 23 espèces particulières à la faune), 8 types asiatiques et 37 types nord-américains, portant surtout sur les Paludines ornementées plus ou moins voisines de la *P. magnifica (Tulotoma)* des États-Unis, sur les *Unio*, qui, par leurs formes bizarres, leurs côtes ou leurs tubercules, rappellent d'une manière frappante les formes congénères du bassin de l'Ohio, et sur les petites Mélanidées voisines des

Pleurocera, des *Tryonia,* etc., de la même région. Ces rapports de notre faune fluviatile mio-pliocène avec la faune vivante de l'Amérique septentrionale (1) ont été mis en relief par tous les paléontologues étrangers ; M. Brusina les rappelle, en faisant même observer qu'ils sont encore moins nombreux que ceux de la flore à peu près synchronique de Radoboj avec la flore nord-américaine actuelle. Ces rapports sont en effet certains, mais ils ne sont pas aussi absolus et aussi exclusifs qu'on pouvait le croire il y a quelques années ; de récentes recherches, qui ouvrent à la malacologie et à la paléontologie des horizons nouveaux, ont fait retrouver dans les grands fleuves de la Chine des types d'*Unio* absolument comparables à ceux de l'Amérique du Nord ; le Japon, l'Indo-Chine ont aussi fourni des types de Paludines et d'autres Gastéropodes d'eau douce très-curieux, très-nouveaux ou comparables à quelques-uns de nos types européens fossiles. C'est sous cette réserve importante qu'il faut parler maintenant du caractère nord-américain de notre ancienne faune et des conséquences qu'on en pouvait tirer pour son origine.

En somme, cette faune dalmato-croate, si étrangère à notre Occident, est fort intéressante.

Toute la période, d'ailleurs, à laquelle elle appartient et qu'elle semble terminer, offre le plus vif attrait au géologue et au paléontologue pour l'étude du déplacement des terres et des mers, et pour l'histoire de nos faunes continentales de Vertébrés ou d'Invertébrés. C'est en effet à cette longue période d'exhaussement du sol européen, qui a commencé avec le premier retrait de la mer tortonienne, qu'appartiennent les grands gisements de vertébrés d'Eppelsheim, de Balaclava, de Pikermi, de Cucuron, etc., dont la faune offre, selon M. Gaudry, l'apogée des faunes mammalogiques tertiaires de l'Europe.

Le développement de la faune malacologique pendant la même période est, je crois, plus remarquable encore ; et s'il fallait de vastes espaces aux troupeaux rapides des Antilopes et des Équidés, il ne fallait pas moins nécessairement de grands fleuves, ou du moins un riche système hydrographique, pour le développement de ces faunes à Congéries gigantesques, à grandes *Unio,* à Mélanopsides et à Paludines innombrables.

Au point de vue zoologique, aucune faune n'est peut-être aussi curieuse à étudier dans toute l'histoire de nos faunes malacologiques tertiaires. Depuis les couches à Congéries jusqu'aux couches à Paludines, toutes les familles, tous les genres de Mollusques aquatiques

(1) Les petites *Helix labyrinthicula,* Michaud, et *H. Duvali,* Michaud, de Hauterive, présentent les mêmes affinités.

prennent tout d'un coup un développement extraordinaire et inattendu, sous le rapport du nombre et de la variété des espèces, de leur taille, de leurs caractères particuliers, de la singularité et de la richesse de leur ornementation, etc. Mélanies, Mélanopsides, Paludines, Paludestrines, Valvées, Néritines, *Dreyssensia, Unio,* tout devient caréné, côtelé, tuberculeux, épineux. Des types nouveaux se montrent et disparaissent à côté des types anciens modifiés à l'infini. Cette originalité et cette richesse, comparables à celles de la faune fluviatile de l'Amérique du Nord, contrastent singulièrement avec la pauvreté ou la vulgarité des mêmes types ou de presque tous les mêmes types, avant et depuis cette époque, en Europe. Pendant cette période, notre faune européenne, dont les origines, pour le dire en passant, ne doivent pas être cherchées uniquement dans des migrations asiatiques ou autres relativement très-récentes, mais pénètrent fort loin dans les temps tertiaires ou prétertiaires, notre faune, tout en conservant quelques types génériques et caractéristiques qu'elle possédait depuis fort longtemps et qui s'étaient perpétués dans les contrées toujours émergées, comme les Mélanopsides, les Clausilies, les Hélices de la section des *Macularia,* les Valvées, les Ancyles, les petites Dreyssensies, les *Sphærium*, les *Pisidium,* etc., a gagné encore quelques types nouveaux, comme les Mélanopsides particulières de la section des *M. Esperi* et *M. acicularis,* ou de celle des *M. cariosa* et *M. costata,* comme les *Lithoglyphus* du Danube, les *Pyrgula* de la Lombardie, les *Cardium (Adacna, Didacna,* etc.) si particuliers des eaux saumâtres du bassin aralo-caspien ; l'*Helix pomatia* même remonterait à cette époque. Mais elle a perdu une quantité de types étranges, spécifiques ou génériques, qui ont apparu à ce moment dans nos eaux et qui sont aujourd'hui ou tout-à-fait éteints, ou relégués bien loin de nous, comme les Limnées du type américain *Acella,* les *Valenciennesia* si curieuses, les petites Mélanidées voisines des *Pleurocera,* des *Trionia,* etc., les Mélanopsides épineuses, les Paludines carénées ou tuberculeuses, les grandes et étranges *Congeria,* les *Dreyssenomya,* les *Unio* carénés ou couverts de nodosités, etc. Les *Cyrena,* si abondantes jusque-là pendant tous les temps tertiaires, disparaissent de l'Europe à ce moment, pour y reparaître un peu plus tard, au commencement de l'époque quaternaire, et pour quelques instants.

Je ne puis pas entrer ici dans les détails de ce tableau ; je me contenterai de dire en résumé :

1° La faune des couches à Congéries a un caractère très-original, très-particulier et en très-grande partie perdu ; elle se rattache à la faune américaine par quelques types de Mélanidées, et sans doute à la faune asiatique par ses *Valenciennesia,* dont les *Camptonyx* de l'Inde pa-

raissent fort voisins ; cependant, par ses éléments principaux (*Melanopsis*, *Cardium* et *Dreyssensia*), elle est au fond européenne ;

2° La faune des couches à Paludines et à *Unio* est à la fois européenne par ses Mélanopsides, etc., et nord-américaine, ou plutôt peut-être encore asiatico-américaine, par ses Paludines et ses *Unio ;*

3° Mais ni l'une ni l'autre de ces deux faunes n'est africaine. On y cherche en vain les types caractéristiques de Mollusques des eaux de l'Afrique : Potamides du Sénégal, Ampullaires, Éthéries, Iridines, Galatées, Corbicules, Cyrénelles, etc. (1).

Cette dernière remarque me semble n'être pas sans intérêt, et je crois qu'il est permis d'en tirer la conséquence suivante :

Aujourd'hui la faune malacologique réellement africaine se mêle en Égypte, et en Égypte seulement, à la faune méditerranéenne ; mais c'est par la voie du Nil, qui descend perpendiculairement de l'Équateur jusqu'à nous à travers le Désert, que se fait ce mélange. Comme les faunes de nos eaux douces mio-pliocènes ont un caractère propre, asiatique jusqu'à un certain point, mais nullement africain, on peut en conclure que le système hydrographique européen était resté, pendant cette période, parfaitement indépendant du système hydrographique africain, et que les terres sud-européennes étaient séparées et isolées du *centre africain* par des obstacles ou par des espaces de terre ou de mer infranchissables aux modes ordinaires de propagation des mollusques fluviatiles ou lacustres (2).

On voit combien de questions intéressantes, relatives à l'origine des

(1) La *Melania tuberculata* est aujourd'hui aussi asiatique qu'africaine ; c'est d'ailleurs un ancien type européen, puisqu'on le trouve déjà à l'époque mio-pliocène dont nous nous occupons (*M. curvicosta*, Desh.).

(2) Il n'en est pas de même des Vertébrés. La faune des Vertébrés de Pikermi et du Mont-Léberon a un caractère asiatico-africain, et la présence dans cette faune des Gazelles, des Girafes et des Hyènes, a porté M. Gaudry à admettre que sur quelque point, pendant cette période, les terres de l'Europe avaient pu être unies avec celles de l'Afrique (comme elles l'ont été certainement plus tard, à l'époque des Hippopotames et des Éléphants, des temps pliocène et post-pliocène). Mais je ne parle ici que des Mollusques et à un *certain moment donné* d'une longue période, qui ne paraît pas avoir été le même pour les faits en question. — Il ne faut pas oublier d'ailleurs que des obstacles naturels qui s'opposent absolument à la diffusion et à la propagation de certains Mollusques, peuvent ne pas s'opposer du tout à celles de certains grands animaux. Un isthme peut donner passage aux Vertébrés d'un continent à un autre ; une région montagneuse, un désert peuvent être franchis par eux ou par quelques-uns d'entre eux, qui arrêteront absolument la propagation de certaines espèces de Mollusques, surtout de Mollusques aquatiques ! De nos jours la faune des Mammifères de l'Algérie participe à la fois aux éléments de la faune européenne et à ceux de la véritable faune africaine, tandis que la faune malacologique de la même région est anti-africaine et essentiellement hispanique ou méditerranéenne.

espèces, à la migration des faunes, à la distribution, par conséquent, des mers, et à la communication des continents, se rattachent à l'étude, si activement et si fructueusement poursuivie par les géologues de l'empire austro-hongrois, des faunes continentales de l'époque mio-pliocène.

M. Alb. Gaudry donne de nouveaux détails sur les Batraciens qu'il a mis sous les yeux de la Société dans la séance du 15 février dernier (voir *suprà*, p. 198) :

Sur la découverte de **Batraciens** *dans le terrain* **primaire**, par M. Albert **Gaudry**.

Pl. VII et VIII.

Jusqu'à présent, les Batraciens des types actuels paraissaient être d'une date géologique assez récente ; leurs restes n'avaient pas encore été signalés d'une manière certaine dans des terrains plus anciens que les terrains tertiaires. On devait s'étonner que des Vertébrés d'une organisation aussi peu élevée fussent arrivés si tard sur la terre ; il y avait là un sujet d'objections contre la doctrine du développement progressif.

Grâce aux bienveillantes communications de deux de nos confrères, MM. Loustau et François Delille, je peux annoncer à la Société géologique la découverte de Batraciens dans la partie supérieure des formations primaires. Comme on en jugera par les pages qui vont suivre, ces Batraciens sont tels qu'un Évolutionniste devait les imaginer dans un terrain ancien : par leur queue très-courte, leur tronc et leurs membres où dominent les caractères des Salamandres, leur tête où dominent au contraire les caractères des Grenouilles, ils diminuent la distance qui nous semblait séparer les Urodèles d'avec les Anoures. L'ossification incomplète des centrum de leurs vertèbres, le manque d'ossification des épiphyses de leurs membres, et probablement aussi l'état cartilagineux de leur carpe et de leur tarse, révèlent un type dont l'évolution n'est pas achevée. De même que les plus anciens Mammifères connus, ces primitifs Batraciens sont très-petits, et cela contribue à leur donner l'apparence d'animaux qui ne sont pas encore parvenus à leur complet développement. Cependant il est probable que la plupart des individus que j'ai examinés étaient adultes, car leurs têtes, leurs membres de devant et de derrière et leurs queues varient à peine dans leurs proportions.

Le premier échantillon qui a été découvert provient de l'étage des schistes bitumineux de Muse (Saône-et-Loire); il est figuré (pl. VIII,

fig. 4) engagé dans un schiste papyracé noirâtre. Il y a plus d'une année que M. Roche, directeur d'une exploitation de schistes bitumineux à Igornay, l'adressa à M. Loustau. Aussitôt que je vis l'animal de Muse, il me sembla que c'était un Batracien voisin des Salamandres actuelles, mais comme sa petitesse rend son étude difficile et qu'il n'est visible que sur une de ses faces, je n'osai, d'après l'inspection d'un échantillon unique, annoncer un fait qui me paraissait nouveau et important pour l'histoire de la succession des êtres.

Très-récemment, M. François Delille m'a apporté une plaque sur laquelle on voit sept Batraciens qui ont beaucoup de ressemblance avec celui de Muse. Cette plaque a été trouvée à Millery, à 4 kilomètres d'Autun, dans les schistes bitumineux exploités pour l'extraction du pétrole. Le crayon si délicat de M. Arnoul en a heureusement reproduit les détails dans la planche VII. Quatre individus sont peu visibles, mais il y en a trois qui permettent de se rendre compte de la forme générale de ces quadrupèdes.

Lorsque la découverte de M. François Delille a été connue, M. Roche s'est rappelé qu'il avait recueilli également à Millery des reptiles fossiles; il s'est empressé de les adresser à M. Loustau qui les a mis à ma disposition. Ce nouvel envoi comprend les restes de neuf individus; la plupart sont très-effacés; cependant ils m'ont fourni d'utiles renseignements. Ainsi on possède aujourd'hui les débris de dix-sept individus.

Les schistes bitumineux de Millery et de Muse, où les Batraciens ont été ensevelis, sont attribués par quelques géologues à la partie supérieure du terrain houiller; mais la plupart les rapportent au terrain permien. Cette divergence d'opinion a peu d'importance, puisque M. Binney, en Angleterre, et M. Dawson, au Canada, trouvent entre le Houiller et le Permien tant de passages qu'ils regardent ce second terrain comme constituant seulement un terme supérieur du premier. Ce qui paraît certain, c'est que les schistes bitumineux appartiennent aux portions supérieures des formations primaires de la France. On y a depuis longtemps signalé de nombreux restes de Plantes, de Poissons, de coprolites, de Reptiles.

Je propose d'inscrire les Batraciens qui m'ont été communiqués par MM. Loustau et Delille, sous le nom de *Protriton* (1) *petrolei*. Ce nom indiquera qu'ils ont été les prédécesseurs des Salamandres et rappel-

(1) Πρό avant, τριτών salamandre aquatique. — J'avais d'abord inscrit ces Batraciens sous le nom de *Salamandrella;* mais M. Émile Sauvage m'a appris que ce nom venait d'être employé par M. Dubowski pour des Salamandres vivantes de la Sibérie orientale.

lera leur enfouissement dans des couches d'où l'on tire du pétrole.

L'inspection de la planche VII et de la figure 4 de la planche VIII, où les *Protriton* sont représentés de grandeur naturelle, montre combien ces animaux étaient petits: l'échantillon de Muse a trente millimètres de longueur depuis le bord antérieur du museau jusqu'à l'extrémité de la queue; le plus grand des individus trouvés à Millery par M. François Delille a trente-cinq millimètres. Dans le dernier envoi de Millery qui a été fait à M. Loustau, il y a des pièces qui semblent annoncer des individus de quarante-cinq millimètres.

Outre les dessins de la planche VII et des figures 1, 2 et 4 de la planche VIII, j'ai donné (fig. 3) une figure théorique dans laquelle j'ai rassemblé les caractères que j'ai cru observer sur les divers échantillons. J'ai omis les pièces de l'hyoïde, de la ceinture thoracique et du bassin, parce que je n'ai pu les bien étudier. Quelle que soit l'attention avec laquelle j'ai tâché de faire ce croquis, je ne le présente point comme parfait; j'espère qu'on me pardonnera ses défauts en pensant que l'agencement des os de Quadrupèdes tout petits, comprimés et altérés par la fossilisation, n'est pas toujours facile à observer.

Les têtes (pl. VII et pl. VIII) sont plus larges que longues : l'une d'elles a dix millimètres de droite à gauche et seulement sept millimètres d'avant en arrière ; une autre a treize millimètres de large sur onze millimètres de long. Elles sont très-aplaties, et comme aucune d'elles n'est couchée sur le côté, il y a lieu de croire que cet aplatissement existait déjà au moment de l'enfouissement et ne résulte pas seulement de la compression des couches.

Ce qui frappe tout d'abord dans les divers individus, c'est la grandeur des orbites (pl. VIII, fig. 3, *or.*); on n'est pas habitué à en voir de pareilles dans les Reptiles des temps anciens. Dans l'orbite de l'un des échantillons, il y a un bombement oval, noirâtre, que j'ai reproduit sur le croquis (*o.*); je suppose que c'est un œil qui s'est desséché et carbonisé. Avec une forte loupe, j'ai distingué des dents fines, pointues, extrêmement petites sur les inter-maxillaires (*i. m.*); je crois en avoir reconnu aussi sur les maxillaires (*m.*). Les frontaux (*fr.*), et les pariétaux (*p.*) sont larges. Je n'ai pas vu d'indices de post-orbitaires, ni de sur-squameux, et je suppose que c'est de leur absence que résulte surtout la grandeur des orbites. Le sphénoïde (*sph.*) est en croix : il ressemble à celui des Grenouilles et non à celui des Salamandres. Les ptérigoïdes (*pt.*) se rapprochent aussi de ceux des Grenouilles; ils sont très-différents de ceux des *Menopoma*. Au contraire, les vomers (*v.*) s'éloignent de ceux des Grenouilles et ressemblent à ceux des Salamandres; ils tendent à s'unir en un os médian. J'ai cru voir que les palatins (*pal.*) sont des os allongés qui bordent les maxil-

laires et s'articulent en avant avec les vomers, en arrière avec les ptérigoïdes, de même que chez les *Archægosaurus*. Les jugaux (*jug.*) sont aussi des os allongés qui s'articulent en avant avec les maxillaires et complètent la bordure des côtés du crâne ; ils rappellent la disposition des Grenouilles plutôt que celle des Salamandres. On remarque quelques os fins et courbes que je suis porté à regarder comme appartenant au système de l'hyoïde.

Le milieu du crâne s'étend en arrière au-delà de la région tympanique, où devaient s'attacher les mandibules. Il est convexe, au lieu que chez les *Archægosaurus* il est concave ; cela indique un plus grand développement de l'occipital. Néanmoins je n'oserais pas assurer que la vertèbre occipitale fût aussi complétement formée que chez les Batraciens actuels, car je n'ai pu apercevoir les condyles occipitaux, et bien que les vertèbres du tronc fussent en partie ossifiées, elles ne l'étaient pas autant que chez les Batraciens actuels. La figure 2 de la planche VIII offre un exemple de la disposition des vertèbres du *Protriton :* le centrum est un peu plus développé que dans le Ganocéphale appelé *Actinodon ;* il s'amincit beaucoup dans son milieu ; cependant il se continue jusqu'aux neurapophyses. Ainsi la colonne vertébrale du *Protriton* a dépassé l'état rudimentaire appelé ganoïde chez les Poissons, et se rapproche de l'état parfait appelé téléostéen chez les Poissons ; elle nous montre la nature prise sur le fait, au moment où va s'achever l'ossification de la notochorde. La plupart des vertèbres laissent voir les centrum séparés les uns des autres par un petit intervalle.

Je compte vingt-neuf vertèbres : trois cervicales, dix dorsales, huit lombaires et huit caudales très-petites. La queue n'est que le cinquième de la longueur totale du corps dans l'échantillon de Muse, comme dans ceux de Millery. Les vertèbres cervicales et dorsales portent des côtes faibles, très-courtes et arquées, qui rappellent celles des Salamandres. Les vertèbres lombaires n'ont pas de côtes. Je n'ai aperçu aucun indice des entosternum et épisternum, si remarquables chez les Ganocéphales et les Labyrinthodontes. Il y a peu de vestiges des pièces de la ceinture thoracique et de la ceinture pelvienne ; ceci me fait penser qu'elles ont pu être incomplétement ossifiées, comme dans les Protées.

Les membres de devant et de derrière ont à peu près la même taille ; ils ont dix à douze millimètres de longueur ; leurs os sont très-simples ; sans doute, ainsi que chez les Ganocéphales, il y avait un épais cartilage interposé entre leurs extrémités ; je suis porté à cette supposition, parce que les os des membres sont espacés les uns des autres. Comme on ne voit pas d'os du carpe et du tarse, bien que leur place

soit bien indiquée sur les divers squelettes, on peut croire que le carpe et le tarse restaient à l'état cartilagineux. Il y a quatre doigts aux pattes de devant et quatre doigts aux pattes de derrière.

Je n'ai pas remarqué de traces d'écailles couvrant le corps, comme dans les *Archægosaurus ;* il n'y a même autour des squelettes aucun dépôt, aucune coloration indiquant une peau épaissie qui aurait persisté plus longtemps que les autres organes mous.

On voit par cette description que les fossiles de Muse et de Millery s'éloignent des formes habituelles des Reptiles des terrains houillers ou permiens, qui ont été décrits sous les noms de Ganocéphales, Labyrinthodontes ou Microsauriens. Ils en diffèrent par le manque de post-orbitaire et de sur-squameux, par leurs côtes très-petites et raccourcies, par l'absence d'entosternum et d'épisternum, et par leur peau nue. Ils s'écartent en outre des Ganocéphales par leur vertèbre occipitale et leurs vertèbres du tronc un peu mieux ossifiées.

La largeur du crâne du *Protriton,* ses grandes orbites, l'absence de post-orbitaire, de sur-squameux, d'entosternum, d'épisternum, la petitesse des côtes, la nudité de la peau et enfin l'ensemble du squelette me semblent marquer une tendance vers les Batraciens actuels et surtout vers les Salamandres. Néanmoins, on constate de notables différences. Ainsi le *Protriton* a une tête bien plus large que dans les Salamandres aquatiques et plus large même que dans la Salamandre terrestre ; ses vertèbres paraissent avoir été un peu moins complétement ossifiées ; son cou a trois vertèbres, tandis que celui des Salamandres n'en a qu'une seule ; ses vertèbres dorsales et lombaires sont plus courtes et plus nombreuses, ses côtes plus arquées ; ses vertèbres lombaires ne portent point de côtes ; sa queue ne représente que le cinquième de la longueur totale du corps, tandis qu'il ne s'en faut pas de beaucoup chez plusieurs Salamandres qu'elle en égale la moitié. Les membres de devant et de derrière se dirigent en arrière et ressemblent plus à ceux des Ganocéphales qu'à ceux des Batraciens. J'ai dit que je n'avais pu apercevoir plus de quatre doigts aux pattes de derrière ; généralement les Salamandres en ont cinq (1). Les tarses et les carpes n'ont pas laissé de trace des ossifications qu'on voit chez les Salamandres, et les os des membres paraissent avoir eu leurs extrémités moins bien définies ; peut-être leurs articulations ont été non pas des diarthroses, mais des amphiarthroses, de sorte qu'il y avait des mouvements généraux plutôt que des mouvements partiels. Sans doute,

(1) Les *Salamandrina* et *Salamandrella* ont, comme le *Protriton,* quatre doigts seulement aux pieds de derrière ; elles s'éloignent de ce genre par la longueur de leur queue.

quand les *Protriton* seront mieux connus, notamment quand on aura trouvé les os de leur ceinture thoracique et de leur bassin, on verra qu'ils se séparent de nos Batraciens urodèles par des différences encore plus nombreuses que celles que j'ai observées ; bien des changements ont dû s'accomplir pendant les temps immenses qui séparent le moment où vivait le *Protriton* et l'époque où les espèces actuelles des Salamandres terrestres et aquatiques ont été formées.

Le *Protriton* de Muse est plus petit que celui de Millery, et son crâne semble un peu moins élargi ; cependant je ne crois pas devoir, quant à présent, le distinguer spécifiquement.

Je pense que ce n'est pas seulement en France que le terrain primaire a fourni des débris de Batraciens rapprochés des formes actuelles. Le *Raniceps (Pelion) Lyelli,* trouvé par MM. Newberry et Wheatley dans les couches houillères de l'Ohio, a été regardé par M. Wyman (1) comme un Batracien. Il paraît n'avoir eu ni post-orbitaire, ni sur-squameux, ni entosternum, ni épisternum, et il y a lieu de présumer que son corps était nu. Quelques-uns des meilleurs paléontologues rangent ce fossile parmi les Ganocéphales ou les Microsauriens ; mais, maintenant que l'existence de Batraciens proprement dits dans le terrain primaire semble prouvée, je pense qu'on ne fera plus de difficultés pour classer le *Raniceps* parmi ces animaux. Néanmoins, il ne peut être confondu avec le *Protriton :* il est trois fois plus grand; ses frontaux sont moins élargis; son occipital est reporté moins en arrière ; ses mandibules se prolongent davantage ; les vertèbres sont bien plus allongées; les pièces scapulaires ont été plus développées.

En 1844, lors de la réunion des Naturalistes allemands à Mayence, le professeur Alexandre Braun et le docteur Gergens montrèrent l'empreinte d'un petit Vertébré qui avait été trouvé dans le schiste bitumineux de Münster-Appel. Le docteur Gergens déclara que c'était un animal du groupe des Salamandres. Hermann de Meyer ne partagea pas cette opinion, et, sans doute pour montrer qu'on s'était trompé dans la détermination du fossile de Münster-Appel, il le nomma *Apateon* (2) *pedestris*. En 1851, il le décrivit dans la *Palæontographica* (3) et termina sa note par ces mots : « Il suffit d'un coup d'œil pour se convaincre que cet animal n'est pas une Salamandre ; il rappelle cepen-

(1) Jeffries Wyman, *On some remains of Batrachian Reptiles discovered in the Coal formation of Ohio (Silliman's American Journal of Science,* 2e sér., t. XXV, p. 158 ; 1858).

(2) Ἀπατεών, trompeur.

(3) Hermann von Meyer, *Apateon pedestris, aus der Steinkohlenformation von Münster-Appel (Palæontographica,* t. I, p. 153, pl. XX, fig. 1 ; 1851).

dant plus un Reptile qu'un Poisson. » Malgré l'autorité d'Hermann de Meyer, je pense au contraire que l'*Apatcon* est un animal voisin des Salamandres, et, s'il était permis de porter un jugement sur une empreinte aussi fugace, je ne serais pas éloigné de supposer qu'il est identique avec le *Protriton petrolei*. Ainsi il y aurait des Batraciens dans le terrain primaire de la France, des États-Unis et de l'Allemagne.

M. Gervais a été le premier qui ait signalé un reptile dans le terrain primaire de la France; il a nommé ce fossile *Aphelosaurus Lutevensis* et a montré ses affinités avec les *Sauriens* (1); l'*Aphelosaurus* a été recueilli par M. Paul de Rouville dans les ardoises permiennes de Lodève. Plus récemment, j'ai décrit l'*Actinodon Frossardi* trouvé dans les schistes bitumineux de Muse (2); ce Ganocéphale était un géant comparativement au *Protriton* qui a été rencontré dans la même localité; à en juger par la tête, il devait être au moins vingt fois plus grand. On a vu, d'après l'examen des coprolites, que les Ganocéphales mangeaient des Poissons; il serait possible que les petits Batraciens eussent aussi servi à leur nourriture.

Nous connaissons donc en France trois genres de Reptiles dans le terrain primaire; c'est bien peu comparativement à ceux qu'on a découverts dans la Grande-Bretagne, au Canada et aux États-Unis. Mais si nos fossiles ne sont pas nombreux, en compensation ils présentent une grande diversité, car l'*Aphelosaurus* se rapproche des Sauriens, l'*Actinodon* est un vrai Ganocéphale et le *Protriton* marque des tendances vers les Batraciens proprement dits.

EXPLICATION DES PLANCHES VII ET VIII.

Planche VII.

Protriton petrolei, sur une plaque de schiste permien recueillie à Millery (Saône-et-Loire) par M. François Delille. Grandeur naturelle.

Planche VIII.

Fig. 1. *Protriton petrolei*, grandi trois fois. L'individu qui est dessiné ici est le même qui occupe le milieu de la plaque représentée dans la planche VII. L'animal est vu du côté ventral.

Fig. 2. Vertèbres de la même espèce, grandies trois fois et vues latéralement : *c.*,

(1) Paul Gervais, *Zoologie et Paléontologie françaises*, 2e édition, p. 459, pl. LXXXIV, fig. 1; 1859.

(2) Albert Gaudry, *Mémoire sur le Reptile découvert par M. Frossard à Muse (Saône-et-Loire) (Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, t. III, p. 21, pl. III, fig. 1-4; 1867).

centrum, large à la partie inférieure et rétréci vers le tiers supérieur ; *n.*, neurapophyses ; *no.*, espace vide représentant la notochorde.

Fig. 3. Essai de restauration partielle d'un squelette de *Protriton petrolei*, vu sur la face ventrale. J'ai donné au crâne une forme un peu trop arrondie, il devrait être plus franchement triangulaire. J'ai supposé la mâchoire inférieure, *m. i.*, un peu déplacée, et même je l'ai interrompue du côté droit pour laisser voir le maxillaire, *m.*, et l'inter-maxillaire, *i. m.*, garni de très-fines dents ; *v.*, vomer ; *pal.*, palatin ; *jug.*, jugal ; *sph.*, sphénoïde ; *pt.*, ptérigoïde ; on aperçoit sur le second plan les orbites, *or.*, et les os de la partie supérieure du crâne : les frontaux, *fr.*, les pariétaux, *p.*, les occipitaux, *oc.*; *v. cer.*, vertèbres cervicales ; *v. d.*, vertèbres dorsales ; *v. l.*, vertèbres lombaires ; *v. c.*, vertèbres caudales ; *c.*, côtes ; *h.*, humérus ; *r. c.*, radius et cubitus ; *m. c.*, métacarpiens ; *ph.*, phalanges ; *f.*, fémur ; *t. p.*, tibia et péroné ; *m. t.*, métatarsiens.

Fig. 4. *Protriton petrolei*, sur une plaque du schiste permien de Muse (Saône-et-Loire). Ce morceau appartient à M. Loustau. Grandeur naturelle.

A la suite de la communication de M. Gaudry, M. de **Chancourtois** exprime le regret de voir étendre la portée de la rubrique *terrains primaires*.

Lorsque, les dérivés du mot *premier* cessant d'être réclamés pour désigner exclusivement les terrains éruptifs cristallisés, on a pu régulariser la nomenclature des terrains sédimentaires en appliquant à la base de la série la dénomination qu'elle devait prendre pour que les termes : *terrains secondaires, terrains tertiaires,* généralement admis pour les parties moyenne et supérieure, restassent rationnellement appliquées à ces parties, l'épithète *primaires* ne reçut pas une plus grande portée que celle des mots *de transition* qu'elle remplaçait.

On ne voit pas pourquoi aujourd'hui on veut comprendre le terrain permien dans l'accolade des terrains primaires, dont la limite supérieure, au point de vue paléontologique comme au point de vue lithologique, semble très-heureusement placée au-dessus du calcaire carbonifère ; car alors, dans la période *primaire* règnent les *poissons* seuls, dans la période *secondaire* les *reptiles* et les *oiseaux,* comme dans la période *tertiaire* les *mammifères*.

On pourrait, d'après les conditions stratigraphiques, élever la limite au-dessus des formations houillères anciennes qui font système avec le calcaire carbonifère, sans que la série dite *primaire* cessât d'être caractérisée par la présence des poissons seuls, à l'exclusion des reptiles, qui ne se montrent que dans les formations houillères faisant système avec le permien.

Mais si l'on veut étendre l'accolade plus haut, il faut alors, pour faire quelque chose de rationnel, l'amener jusqu'au-dessus du trias, qui, à tous les points de vue, fait système avec le permien.

De cette manière, la série sédimentaire se trouve divisée en deux parties dont la supérieure offre sous le rapport lithologique la récur-

rence des termes de l'inférieure, en même temps que sous le rapport paléontologique, dans les formations de l'époque liasique, sorte de zone de passage, on voit s'opérer une transformation des conditions de l'existence animale accusée par des traits considérables, tels que la prédominance des Échinodermes à tige, l'apparition des Bélemnites remplaçant les Orthocères, et la venue, pour ainsi dire prophétique, des premiers Mammifères.

Ces considérations, développées verbalement à la séance du 19 mai 1873, font l'objet d'un mémoire sur la *Classification chronologique des formations,* présenté à l'Académie des Sciences le 13 juillet 1874, et dont un résumé, extrait des *Comptes-rendus,* a été offert à la Société dans sa séance du 9 novembre dernier. Il est donc inutile de les développer de nouveau, mais il n'est pas inopportun de les rappeler au moment où une intéressante communication, qui semble les infirmer pour la forme, vient au contraire les corroborer pour le fond.

MM. **Gaudry, Deslongchamps** et **Hébert** n'acceptent pas l'opinion émise par M. de Chancourtois. Le terrain houiller ne peut être séparé en deux parties par une ligne de démarcation de premier ordre, et le terrain permien est trop intimement lié avec le terrain houiller pour qu'on puisse placer une pareille ligne entre ces deux terrains.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Formation contemporaine, *dans les* **sources thermales** *de* **Bourbonne-les-Bains,** *de diverses* **espèces minérales cristallisées** (1),

par M. **Daubrée.**

En exécutant des travaux d'aménagement sur les sources thermales de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne), on vient de découvrir des faits qui offrent de l'intérêt pour la Géologie, non moins que pour la Minéralogie.

Après avoir mis à sec un réservoir dit *puisard romain,* on a trouvé au fond une boue argileuse, noirâtre, renfermant, à sa partie supérieure, des végétaux, des morceaux de bois, des noyaux de fruits et des noisettes, un peu plus bas, des milliers de médailles romaines, la plupart en bronze, quelques-unes en argent et en or, ainsi que divers objets, tels que statuettes et épingles. Au-dessous de ce second niveau, des fragments de pierres, principalement de grès, étaient plus ou moins

(1) Cette note résume un travail présenté à l'Académie des Sciences dans ses séances des 22 février et 15 mars 1875 (*Comptes-rendus,* t. LXXX, p. 461 et 604.)

cimentés par des substances à éclat métallique et très-nettement cristallisées.

Les minéraux métalliques dont il s'agit, malgré leur ressemblance avec des minéraux appartenant aux anciennes périodes géologiques, se sont évidemment produits après l'enfouissement des médailles romaines auxquelles ils sont associés ; car ils ont incrusté et enveloppé un certain nombre de ces médailles.

Les divers échantillons ont fait reconnaître les espèces minérales suivantes :

Chalkosine (cuivre sulfuré), en cristaux très-nets et parfois maclés à la manière des cristaux naturels ;

Chalkopyrite (cuivre pyriteux), sous forme mamelonnée et quelquefois en cristaux ;

Phillipsite (cuivre panaché), affectant la forme d'octaèdres réguliers et de cubes ;

Tétraédrite (cuivre gris antimonial), en cristaux très-abondants et offrant très-nettement la forme de tétraèdres avec bizeaux. L'analyse justifie complétement l'attribution à laquelle la forme cristalline avait conduit.

Dès qu'on jette un coup d'œil sur les différents minéraux contemporains dont il s'agit, on est frappé de la ressemblance que, dans leur disposition générale, aussi bien que dans leurs caractères individuels, ils présentent avec ceux des anciennes périodes. Ainsi ils rappellent les brèches à ciment métallique si fréquentes dans les filons, les poudingues à galène du Grès bigarré des environs de Commern en Prusse, et encore, en raison de leurs nombreux débris de végétaux, les poudingues et grès cuprifères exploités dans le pays de Perm en Russie.

On sait que les sources thermales de Bourbonne-les-Bains jaillissent du Grès bigarré, avec une température voisine de 60 degrés, à proximité de failles en rapport avec les fractures qui ont ouvert la vallée même. Les substances en dissolution qui y prédominent sont des chlorures et des sulfates à base d'alcali, de chaux et de magnésie.

Pour expliquer la formation des minéraux métalliques au milieu de la boue, sous l'influence de l'eau minérale qui la traverse sans cesse, on est amené à admettre que les sulfates en dissolution, sous l'influence des matières végétales qui étaient en présence, se sont en partie réduits à l'état de sulfures (1).

La présence de l'antimoine, élément essentiel de la tétraédrite, est

(1) Il s'exhale, de temps à autre, une odeur sensible d'hydrogène sulfuré, de certains sondages, principalement de ceux qui sont tubés en bois, tels que le sondage n° 11.

de nature à surprendre ; car ce métal, dont on a reconnu des traces dans les sources minérales de diverses localités, n'a pas été signalé jusqu'à présent dans celles de Bourbonne-les-Bains ; c'est donc très-vraisemblablement aux médailles et peut-être à d'autres objets enfouis dans le puisard, que ce métal a été emprunté.

Il est une épigénie qui mérite d'être signalée. Tandis que la partie interne de certaines médailles montre encore l'éclat et la couleur du bronze, leur partie externe est changée en une matière blanche, d'apparence terreuse, qui n'est autre que de l'oxyde d'étain. Il s'est donc produit dans ces pièces un véritable *départ* : le cuivre est entré dans des combinaisons sulfurées, tandis que l'étain est passé à l'état d'oxyde. Ce contraste rend bien compte de différents traits caractéristiques des gisements de l'étain, qui, on le sait, s'est toujours déposé à l'état d'oxyde, tandis qu'à côté de lui, dans les mêmes filons, il s'est formé des combinaisons sulfurées, comme le mispickel.

La continuation des travaux de captage a conduit à la découverte d'autres espèces :

Galène et *Anglésite* (plomb sulfaté) ; un fragment de plomb était associé, d'une part à des cristaux octaédriques d'anglésite, d'autre part à de la galène, tant grenue que cristallisée ;

Pyrite (bisulfure de fer) ; en pénétrant dans les argiles supérieures du Grès bigarré, le sondage a atteint des galets et fragments de quartz incrustés de pyrite ayant la couleur jaune et la dureté de la pyrite naturelle ;

Chabasie. Le béton qui formait le radier des galeries romaines dans lesquelles coulait l'eau thermale, est constitué par des fragments de briques disséminés dans de la chaux. Les boursoufflures causées dans les briques par la cuisson, au lieu d'être restées vides, sont quelquefois tapissées de cristaux incolores, ayant la forme d'un rhomboèdre voisin du cube et les autres caractères de la chabasie. Cette chabasie se rencontre dans des conditions tout-à-fait semblables à celles dans lesquelles les zéolithes se sont formées à Plombières (1) et à Luxeuil (2). Il est certain qu'elle n'existait pas d'abord dans le béton et qu'elle y a été produite par l'action sur la brique de l'eau thermale qui la traverse sans cesse depuis des siècles.

M. **Jannettaz** croit devoir appeler l'attention sur la coexistence des pyrites et de l'anglésite dans les sources de Bourbonne-les-Bains. Il a montré que la galène qui n'est pas attaquable par l'acide sulfurique concentré, pas plus que par le sulfate de potasse, l'est facilement au contraire par le bisulfate

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 562.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVIII, p. 108.

de cet oxyde alcalin. Depuis, il a eu occasion de constater que le mélange d'acide sulfurique et de sulfate de protoxyde de fer attaque fort bien aussi le sulfure de plomb naturel, en formant du sulfate de plomb. Lorsque la galène renferme du sulfure de fer, celui-ci en s'altérant donne lieu, comme on le sait, à de l'acide sulfurique et à du sulfate de fer ; sans doute, il y a dans la présence de pyrites de fer près de la galène, une explication de la formation de l'anglésite ou sulfate de plomb.

M. Daubrée fait les communications suivantes :

*Expériences sur l'***imitation artificielle** *du* **Platine magnéti-polaire** (1),

par M. **Daubrée.**

Certains échantillons de platine natif, non-seulement agissent sur l'aiguille aimantée, mais encore sont magnéti-polaires, à la manière de véritables aimants.

Diverses analyses ont appris que les grains de platine doués du magnétisme sont toujours alliés à une quantité de fer très-notable : 12 à 15 pour 100 et au-delà.

Les pépites de platine étant des alliages très-complexes des métaux qui appartiennent au groupe du platine et de plusieurs autres, il convenait, pour se rendre compte de la cause de leur polarité magnétique, de procéder par la synthèse.

Il résulte d'une série d'expériences dans lesquelles j'ai fondu du platine avec du fer, que la présence de ce dernier métal, dans une proportion voisine de celle où il se trouve dans les pépites naturelles magnéti-polaires, donne des alliages qui, au sortir même du creuset, manifestent également un magnétisme polaire très-prononcé, et cela sans passer par aucune opération spéciale, par aucune *touche*.

Cet état magnéti-polaire, qui s'acquiert en peu d'instants, ne peut provenir que d'une forte induction magnétique, qu'il était très-naturel d'attribuer à l'influence du globe. Pour contrôler cette explication et voir quelle est l'action inductrice du globe sur la situation des pôles qui prennent ainsi naissance, j'ai fondu un petit barreau en le disposant pendant sa fusion exactement dans le plan du méridien magnétique. Dès qu'il a été solidifié, il a été placé, encore très-chaud, parallèlement à l'aiguille d'inclinaison, jusqu'à son refroidissement complet. Le barreau ainsi obtenu présente vers ses deux extrémités deux pôles

(1) Cette note est le résumé d'une communication faite à l'Académie des Sciences le 1er mars dernier (*Comptes-rendus*, t. LXXX, p. 526).

très-énergiques, qui sont disposés exactement comme ceux de l'aiguille aimantée. On peut s'assurer que cette disposition des pôles n'est pas fortuite; car ce même barreau, chauffé au rouge, et dans une situation diamétralement inverse de celle de la précédente expérience, prend des pôles aussi énergiques que les premiers, mais ces pôles sont renversés.

Ces faits montrent l'importance que l'action générale du globe doit avoir eue sur la disposition des pôles dans les divers minéraux et roches magnétiques, au moment où ces minéraux et ces roches se sont formés, importance qu'elle possède encore à tout instant.

Association, *dans l'***Oural,** *du* **Platine natif** *à des roches à base de* **Péridot;** *relation d'origine qui unit ce métal avec le* **Fer chromé** (1),

par M. **Daubrée.**

On sait que le platine, abondamment répandu à l'état de pépites et de grains isolés dans les terrains de transport de certaines régions de l'Oural, n'a pas encore été rencontré en place, c'est-à-dire dans les roches qui le contenaient originairement. Il a été détaché de cette matrice par les triturations et les charriages auxquels sont dûs les dépôts de gravier et de sable où on l'exploite aujourd'hui. Toutefois les recherches qui ont été faites sur ce sujet par plusieurs géologues ont rendu très-probable que c'est dans la serpentine que ce métal était d'abord disséminé, au moins dans la contrée de Nischné-Tagilsk. Le grand nombre de galets de serpentine accompagnant le platine ont conduit à cette conclusion, que confirme l'abondance du fer chromé, minéral du domaine de la serpentine. D'ailleurs le platine est souvent engagé dans le fer chromé, et il n'est pas sans exemple que des grains de ce métal aient été trouvés dans la serpentine.

Des échantillons qui ont été récemment recueillis aux environs de Nischné-Tagilsk m'ont permis d'étudier d'une manière plus précise la nature de la roche-mère du platine.

D'abord, parmi les fragments associés au platine et constituant une brèche parsemée de grains de ce métal, il est une roche qui est formée de pyroxène sahlite, où sont disséminés des grains de péridot et de petits grains noirs de fer chromé ; des veinules de serpentine la traversent.

(1) Cette note est le résumé d'une communication faite à l'Académie des Sciences le 22 mars dernier (*Comptes-rendus*, t. LXXX, p. 707).

Roche de péridot et de serpentine, avec fer chromé, dans laquelle le platine est encore fixé. — Dans un galet où le platine se montre évidemment fixé, ce métal est en petits cristaux mal formés et associés à des grains de fer chromé. La gangue pierreuse qui renferme les uns et les autres a les caractères d'une serpentine ; mais, si on en examine au microscope des lames minces, on reconnaît, au milieu de la serpentine proprement dite, de nombreux grains transparents, biréfringents, agissant fortement sur la lumière polarisée et offrant les caractères optiques du péridot ; il s'y rencontre ça et là des lamelles de diallage. Cette même roche se montre également en abondance parmi les fragments de la brèche platinifère, et le péridot y a conservé en certains points sa forme cristalline. L'analyse confirme ce que les caractères optiques avaient annoncé ; le minéral transparent ne peut être que du péridot.

Ainsi, dans la contrée de Nischné-Tagilsk, la roche-mère du platine consistait en péridot, plus ou moins transformé en serpentine et accompagné de diallage, minéral qui prédomine dans d'autres parties de la roche.

Relation d'origine du platine natif avec le fer chromé qui l'enveloppe. — Dans cette même contrée, le fer chromé est très-abondamment associé au platine. Il incruste souvent les pépites, ou se rencontre en grains dans leur intérieur.

Une association aussi constante paraît témoigner des réactions par lesquelles a passé originairement la gangue du platine.

Le chrome étant, comme le fer, très-oxydable, on peut se rendre compte de ces réactions, en supposant que les trois corps, platine, fer et chrome, étaient d'abord à l'état métallique, puis, que, en présence d'une certaine quantité d'oxygène et à une température élevée, il s'est produit un départ des métaux les plus oxydables. Toutefois, malgré la rapidité avec laquelle le fer s'oxyde dans ces circonstances, une partie très-notable de ce fer est resté à l'état métallique : la scorification a été incomplète.

Dans le but de constater ces faits expérimentalement, j'ai eu recours de nouveau à l'élégant procédé de coupellation dans la chaux dont on est redevable à MM. Henri Sainte-Claire-Deville et Debray. A du platine en fusion, j'ai ajouté un alliage de fer et de chrome. Le fer et le chrome sont passés à l'état d'oxydes, mais sans que ces oxydes se soient combinés ensemble, comme dans le fer chromé, puisqu'ils sont restés solubles dans les acides. Toutefois les formes cristallines sous lesquelles le platine s'est isolé méritent d'être signalées et rapprochées de celles que le platine natif engagé dans le fer chromé offre ordinairement.

L'association du platine et du fer chromé se présente comme si, dans les masses profondes dont provient le premier de ces corps, il s'était produit une scorification partielle. L'état incomplet d'oxydation peut faire supposer, soit que l'oxygène était en quantité insuffisante, soit que cet oxygène n'a agi que pendant un temps très-court.

Traits multiples de ressemblance entre la roche-mère du platine et certaines roches météoritiques. — La scorification dont il vient d'être question serait tout-à-fait analogue à celle par laquelle j'ai cherché à expliquer, en m'appuyant aussi sur des expériences, la formation des roches météoritiques, dans lesquelles le fer est également en partie à l'état métallique, en partie à l'état oxydé (1). En chauffant et en oxydant incomplétement les corps dominants des météorites, du fer, du magnésium et du silicium, préalablement combinés, j'ai, en effet, obtenu du fer, tant à l'état métallique qu'à l'état de silicate de protoxyde, qui, avec l'oxyde de magnésium, a constitué du péridot en partie cristallisé (2).

La présence du fer métallique allié au platine natif, suffirait pour le caractériser, au milieu de toutes les substances minérales connues dans l'écorce terrestre, et pour le rapprocher des roches météoritiques.

Comme autre trait d'analogie, il importe d'observer qu'ordinairement les roches météoritiques, à base de péridot, contiennent aussi du fer chromé; elles ressemblent donc minéralogiquement à la gangue du platine de l'Oural. La ressemblance que j'avais déjà signalée autrefois trouve une confirmation remarquable et se complète par la présence du péridot que nous venons d'y reconnaître. Le rapprochement est particulièrement frappant pour la météorite tombée à Chassigny (Haute-Marne), qui, d'après l'analyse très-exacte de M. Damour, se compose presqu'entièrement de péridot, auquel se joint du fer chromé dans la proportion de 4 pour 100. La ressemblance entre cette roche cosmique et la roche terrestre qui nous occupe s'étend jusqu'à l'aspect de la texture.

Toutefois, il existe entre ces deux roches cette différence, que la gangue du platine de Nischné-Tagilsk s'est transformée, et qu'elle a subi une hydratation dans laquelle la serpentine s'est produite aux dépens du péridot, tandis que dans la météorite de Chassigny ce minéral est resté inaltéré.

Tels sont les traits multiples et inattendus de similitude, tant dans la constitution minéralogique que dans le mode possible de formation, qui rapprochent certaines météorites de la gangue du platine à péridot

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXIII, p. 399.
(2) *Op. cit.*, p. 415.

et fer chromé. De même que dans les roches cosmiques qui nous représentent les parties intérieures de corps célestes brisés, nous trouvons, dans les masses profondes et platinifères du globe, les caractères d'une scorification, mais qui est restée très-incomplète.

En dehors de toute hypothèse, un autre fait sur lequel j'ai appelé l'attention, il y a près de dix ans, ressort chaque jour davantage : c'est l'importance que doit avoir le péridot dans les régions profondes de notre globe, de même que dans les roches cosmiques dont les météorites nous apportent des éclats.

A la suite de cette communication, M. de **Chancourtois** présente les observations suivantes :

Depuis que M. Haidinger a appelé de nouveau l'attention des géologues sur les météorites, j'insiste chaque année dans le cours de l'École des Mines sur l'analogie qui, d'après la théorie cosmogénique de Laplace, doit nécessairement exister entre la nature de ces corps tombés du ciel et celle de la partie inférieure de l'écorce terrestre. Je suis donc parfaitement d'accord avec M. Daubrée en ce qui touche cette analogie et ses conséquences.

Mais je ne saurais laisser passer sans contestation l'assertion que l'on ne connaît pas de fer métallique d'origine éruptive. Il ne conviendrait pas cependant de renouveler la discussion publiée au *Bulletin* de 1872 ; je me bornerai donc à dire que je persiste à considérer comme éruptif le fer natif trouvé dans le dyke basaltique d'Ovifak.

Je viens maintenant aux faits signalés dans l'intéressante communication de M. Daubrée sur les gisements du platine et sur leurs rapports avec la serpentine.

La concomitance du fer chromé et du platine ordinairement accompagné de l'iridium, qui avait déjà attiré l'attention depuis longtemps, comme le prouvent les remarques faites par M. Élie de Beaumont dans sa note sur les émanations volcaniques et métallifères, et qui est mise aujourd'hui en lumière, avec pièces et résultats d'expérience à l'appui, me paraît, pour ainsi dire, motivée par les considérations les plus abstraites sur l'essence de la matière.

J'ai exposé en 1862, à la Société, comment l'étude de la distribution des éléments dans la partie observable de notre globe, comprenant l'écorce solide, les eaux et l'atmosphère, m'avait conduit des considérations de la note précitée de M. Élie de Beaumont à un classement hélicoïdal et numérique des corps simples et des radicaux, que j'ai intitulé *Vis tellurique,* en raison de son origine géognostique.

Je rappelle en quelques mots la consistance et les conséquences de ce classement.

Sur une hélice dont la longueur de spire représente le nombre 16, caractère numérique (poids atomique) de l'oxygène, chaque corps est marqué par un point interceptant entre lui et l'origine de la première spire un arc d'hélice dont la longueur est proportionnelle à son caractère numérique.

Dans le tableau ainsi construit, des alignements hélicoïdaux, d'inclinaisons diverses, recoupant l'hélice principale, manifestent les rapports de nature ou de gisement qui existent entre les corps correspondant aux points caractéristiques qu'ils relèvent.

Les génératrices manifestent naturellement les rapports primordiaux.

C'est ainsi que le magnésium, le calcium et le fer, éléments des pyroxènes et des serpentines, se suivent sur une même génératrice (la 8e du tableau), laquelle, après avoir relevé le strontium, sorte de succédané du calcium, va ensuite relever, auprès du platine, l'or, si habituellement associé au fer dans les pyrites (1).

Une autre génératrice (la 5e) relève l'iridium et le chrome.

On voit que le rapport de position des points caractéristiques du chrome et du fer se trouve presqu'exactement reproduit, par correspondance verticale, dans le rapport de position des points de l'iridium et du platine (2).

N'est-il pas intéressant de rapprocher la correspondance des quatre points de la concomitance des quatre corps, et le rapprochement ne fournit-il pas une nouvelle justification saisissante du principe : *les propriétés des corps sont les propriétés des nombres.*

C'est là pour moi une incitation à reprendre un genre de spéculations dont je regrette d'avoir été longtemps détourné par des labeurs quotidiens. Je ne prétends pas assurément entraîner la Société géologique dans le domaine des abstractions, mais je désire montrer une fois de plus, que la Géologie peut conduire directement à des règles

(1) La génératrice du platine (la 7e du tableau), qui précède celle du magnésium à une distance de 1/16e de section droite, relève d'abord, à côté du magnésium, le sodium, et à côté du calcium, le potassium, c'est-à-dire les éléments des feldspaths alcalins, puis, à côté du fer, le manganèse, dont l'aluminium prendrait la place avec la formule $Al\ O^3$ pour l'alumine, et passe ensuite à côté du point, sinon sur le point caractéristique du rubidium, qui peut être dit l'alcalin du strontium, car il est à ce dernier métal alcalino-terreux ce que le sodium est au magnésium et le potassium au calcium.

(2) Il est à noter qu'une même spire (la 4e) rassemble avec le chrome, le manganèse, le fer, le nickel, le cobalt et le cuivre, qui, par leurs composés colorés, méritent bien la qualification de *chromides*, tandis qu'une même spire (la 13e) rassemble avec l'iridium, le platine, l'or, le mercure et le plomb, qui méritent aussi bien la qualification d'*irides*.

abstraites qui, à leur tour, peuvent faire présager les résultats des recherches, et j'espère que l'on ne me saura pas mauvais gré d'avoir insisté sur un des termes de la liaison qui se manifeste toujours entre les deux extrêmes : l'observation pure et simple de la nature, qui est le propre de la Géologie, et la théorie quintessenciée jusqu'à la forme mathématique.

A la suite de ces observations, M. **de Chancourtois** fait hommage à la Société d'un exemplaire de la *Vis tellurique* publiée en 1863 (1).

Séance du 1er *avril* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ, *premier vice-président pour l'année* 1873-1874.

Le Président lit la liste des membres décédés pendant l'année 1874 :

MM. Baudinot,
Bayan,
Billy (de),
Élie de Beaumont,
Fournier,
Mgr Landriot,
MM. Phillips,
Sibuet,
Vallet.

M. Daubrée donne lecture de la notice suivante :

(1) Cet opuscule est formé par la réunion des divers extraits de mémoires et de notes qui ont été insérés aux *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences.*

La plaquette cartonnée offerte aujourd'hui comprend en outre une note écrite en 1866, sur la production naturelle et artificielle du diamant.

Le tableau de cet exemplaire porte complète l'épigraphe, à lire dans plusieurs sens, dont la planche imprimée ne donnait que les initiales inscrites en pendant de la section droite du cylindre, qui est elle-même le symbole du principe de l'épigraphe.

Notice nécrologique sur Édouard **de Verneuil,** par M. **Daubrée.**

Le confrère, aussi éminent par le caractère que par l'intelligence, dont les travaux vont être brièvement rappelés, nous offre l'exemple, trop rare parmi nous, d'une position indépendante consacrée avec ferveur à la Science et couronnée par d'importantes découvertes.

Philippe-Édouard Poulletier de Verneuil, né à Paris le 13 février 1805, se destinait à la magistrature et venait d'atteindre vingt-cinq ans, quand les événements de 1830 l'arrêtèrent dans la poursuite de ses projets.

Au moment où il cherchait quel emploi il donnerait à son activité, la Géologie prenait un essor considérable. Non-seulement on avait reconnu que l'écorce terrestre, loin d'être toujours restée dans l'immutabilité, comme l'avait admis l'école de Werner, avait subi des ploiements et des fractures que révélaient des transformations de structure et de relief, mais on était même venu à déterminer l'âge relatif de ces phénomènes. C'est dans de telles circonstances que M. de Verneuil se sentit entraîné vers la géologie et qu'il suivit avec une ardeur assidue les leçons élevées où M. Élie de Beaumont développait les idées nouvelles.

Bientôt l'attrait des grandes questions qui se rattachent à l'histoire du globe passionna l'intelligence distinguée de M. de Verneuil, qui résolut de ne pas rester simple spectateur des découvertes d'autrui.

Reconnaissant qu'en géologie, comme en toute autre science d'observation, la vue de la nature peut seule donner une compréhension nette des phénomènes, il voulut voyager. Il choisit d'abord le pays de Galles, qu'à ce moment même les recherches de deux géologues célèbres de l'Angleterre, Sedgwick et Murchison, rendaient classique ; car ils parvenaient à établir des divisions ingénieusement motivées et un ordre certain de superposition, dans le groupe très-épais des couches les plus anciennes, que jusqu'alors on avait confondues sous le nom général de terrains de transition. Comme il est arrivé plus d'une fois, ce premier voyage, qu'il exécuta en 1835, eut une influence décisive sur la direction ultérieure des recherches de M. de Verneuil et sur la nature des services par lesquels il devait marquer.

Son besoin de voir et de comparer l'entraîna l'année suivante en Orient. Il se dirigeait vers la Turquie, en suivant le Danube, sur lequel on inaugurait la navigation à vapeur, quand la rencontre de compa-

gnons de voyage sympathiques le conduisit, par la Moldavie et la Bessarabie, à Odessa, en Crimée, jusqu'aux frontières de la Circassie et, plus tard, vers le Bosphore. Dans le mémoire qu'il publia alors sur la Crimée, l'un des premiers travaux géologiques relatifs à cette péninsule, M. de Verneuil fixa la position véritable du terrain nummulitique du Sud de l'Europe, qu'il prouva être supérieur à la Craie blanche avec *Belemnites mucronatus* et *Terebratula carnea*. Il a de plus découvert une série de coquilles ayant un caractère particulier et qu'il a considérées comme les restes de la faune d'une mer intérieure qui aurait occupé le bassin de la Caspienne et de la Mer Noire. Il a nommé *terrain des steppes* les couches caractérisées par ces fossiles, dont les espèces nouvelles et les plus intéressantes ont été décrites par M. Deshayes. Ce savant, qui dès lors venait au secours de la stratigraphie par sa connaissance approfondie des coquilles fossiles, voulut bien initier M. de Verneuil à cette étude importante, dans un enseignement privé, qui recevait un lustre particulier de l'assistance d'auditeurs d'élite, bientôt eux-mêmes géologues célèbres.

Après avoir fait, en 1838, une étude spéciale des couches inférieures du Bas-Boulonnais et y avoir démontré l'existence de deux calcaires, l'un carbonifère, l'autre plus ancien, M. de Verneuil avait déjà acquis de l'autorité dans la détermination des fossiles des terrains anciens. Aussi, en 1839, lorsque Sedgwick et Murchison voulurent comparer les formations les plus anciennes des contrées du Rhin et de la Belgique avec celles de l'Angleterre, désirèrent-ils que M. de Verneuil les accompagnât dans leurs explorations. Absorbés comme ils l'étaient par leurs combinaisons stratigraphiques, ils avaient besoin de cette coopération, qui devait leur être d'autant plus utile que, de son côté, M. de Verneuil avait déjà parcouru et étudié les mêmes pays. Dans le mémoire qu'ils ont publié, les deux savants anglais rendent hommage à l'appui que leur compagnon leur a fourni, en mettant généreusement à leur disposition les riches collections qu'il avait personnellement recueillies. En collaboration avec M. d'Archiac, M. de Verneuil publia, en 1841, la description des fossiles des plus anciens dépôts des provinces Rhénanes, et fixa ainsi, avec netteté, les caractères du terrain dévonien, groupe dont l'existence devint dès lors incontestée en Allemagne. Le travail dont il s'agit est précédé d'un aperçu général sur la faune des terrains dits paléozoïques, et suivi d'un tableau des restes organiques jusqu'alors rencontrés dans le système dévonien de l'Europe.

Ce voyage dans les contrées Rhénanes avait fait ressortir l'utilité, j'allais dire la nécessité, pour diriger sûrement de telles explorations, d'avoir sans cesse à côté de soi un paléontologue aussi exercé que

M. de Verneuil ; à cette époque, il était à peu près le seul, en Europe, initié aux faunes paléozoïques. Aussi, lorsque Murchison, désirant poursuivre au loin le domaine géologique qu'il avait si bien défini dans le Nord-Ouest de l'Europe, conçut le projet d'explorer la Russie, il pria de nouveau M. de Verneuil de s'adjoindre à lui. Le coup d'œil de Murchison, pour apprécier rapidement la disposition et les caractères des strates, quelque puissant qu'il fût, n'aurait pu arriver seul à des distinctions certaines dans une si vaste région, où, d'ailleurs, le sous-sol est en général peu visible. Les lumières des deux savants se complétaient de la manière la plus efficace et la plus heureuse.

Il suffit à MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, de trois étés (1840 à 1842) pour explorer une superficie comprenant plus de la moitié de l'Europe. Il est juste de dire que l'empereur Nicolas favorisa de tout son pouvoir cette entreprise, dont il appréciait la grandeur et l'utilité; plusieurs savants russes ou étrangers avaient d'ailleurs publié des documents sur diverses parties isolées. Voyageant par des routes différentes et se réunissant de temps à autre pour comparer leurs observations, les trois savants purent ainsi agrandir le champ de leur action. La disposition à peu près horizontale des formations de tous les âges, en dehors de la chaîne de l'Oural, contraste avec la manière dont les mêmes groupes sont redressés et brisés dans l'Ouest de l'Europe ; de là des affleurements dont la grande dimension favorisait une rapide reconnaissance. L'ouvrage consacré à la Russie d'Europe et aux montagnes de l'Oural, et accompagné, comme on sait, de cartes géologiques représentant chacune de ces deux contrées, a paru en 1845. C'est un véritable monument élevé à la connaissance de l'immense région qu'il concerne, en même temps qu'aux faits fondamentaux de la Géologie. L'introduction du terrain permien dans la science fut un des grands résultats de cette exploration.

En appliquant à la Russie les divisions géognostiques adoptées dans l'Ouest de l'Europe, les auteurs ont élargi et consolidé la base sur laquelle se fondent ces divisions. Ils ont aussi prouvé que dans cette vaste région le terrain jurassique est presqu'entièrement représenté par sa partie moyenne, l'étage oxfordien, dont ce fait suffirait à faire ressortir l'importance.

Comme les conclusions reposent entièrement sur la détermination exacte des espèces fossiles, il était essentiel de donner à cette étude toute l'extension et tout le soin qu'elle mérite : aussi la description en a-t-elle pris un grand développement. Tout le second volume de l'ouvrage, qui contient, pour ainsi dire, les pièces justificatives, est l'œuvre personnelle de M. de Verneuil, assisté de M. le comte de Keyserling, pour tout ce qui concerne les faunes paléozoïques. Le

travail relatif aux faunes des terrains secondaires fut confié à M. Alcide d'Orbigny, le premier à cette époque pour cette partie de la science. Jetant un coup d'œil général sur la faune des quatre systèmes paléozoïques, les auteurs montrent que les êtres organisés s'y succèdent à peu près dans le même ordre que dans les autres contrées de l'Europe.

De nombreux travaux qui se poursuivaient avec activité dans l'Amérique du Nord avaient fait connaître le développement incomparable que présentaient les terrains stratifiés anciens dans cette partie du monde, tant par leur grande épaisseur que par les superficies considérables sur lesquelles on les rencontrait, superficies qui ne comprenaient pas moins de 35 degrés de longitude sur 15 degrés de latitude. Mais, dans une sage indépendance, les géologues américains ne s'étaient nullement préoccupés, pour les divisions qu'ils établissaient, de celles des groupes de l'Europe qui paraissaient analogues ; ils manquaient d'ailleurs tout à fait de données pour des rapprochements exacts. Quand on peut suivre les couches sans interruption d'une contrée à l'autre, on parvient facilement à voir quelles correspondances elles ont entre elles ; mais il ne peut en être ainsi pour deux continents séparés par plus de 4,000 kilomètres.

Dès le printemps de 1846, la publication relative à la Russie à peine terminée, M. de Verneuil entreprend de combler cette lacune énorme dont il vient d'être frappé. Il s'agissait de suivre comparativement, sur les deux continents, les dépôts sédimentaires compris depuis les plus anciennes couches fossilifères jusqu'à celles qui renferment la houille. C'est la tâche à laquelle se voua l'intrépide et savant pionnier. Son travail eut exclusivement pour bases les espèces qu'il avait directement étudiées dans les collections locales ou qu'il recueillit lui-même sur le terrain. Il constata que, dans des contrées aussi distantes, les premières traces de la vie se manifestent par des formes à peu près semblables, et que les mêmes types se développent, successivement et parallèlement, à travers toute la succession des couches paléozoïques : il y a, de part et d'autre, accord frappant dans leur succession.

Ce qui caractérise la puissante série des terrains paléozoïques dans la région orientale des États-Unis, c'est qu'ils paraissent avoir été formés pendant une longue période de repos, et qu'ils ne présentent pas de discordance. Les 28 étages établis par les géologues de l'état de New-York sont tellement liés entre eux que ces savants ne voulaient d'abord en faire qu'un seul système, et qu'ils résistèrent assez longtemps à l'idée d'y introduire des divisions correspondant aux grands groupes qui venaient d'être admis en Europe. Grâce aux investigations de M. de Verneuil, à l'aide de considérations précises, ces divers étages

furent rapportés aux systèmes silurien inférieur, silurien supérieur, dévonien et carbonifère. C'est surtout à l'égard du terrain dévonien que le savant français s'est écarté de l'opinion professée jusqu'alors par les géologues américains : il y fit entrer le *Hamilton group*, les schistes de Marcellus, le calcaire d'Onondaga et les grès de Schoharie et d'Oriskany, classification qui a été depuis lors adoptée.

M. de Verneuil a donc eu le double mérite, d'une part, pour les États-Unis, d'y porter la connaissance intime des divisions établies en Europe dans les terrains paléozoïques; d'autre part, pour l'Europe, de lui rapporter la connaissance des travaux américains et la possibilité d'en tirer parti : par ses propres lumières, il a résolu cette question complexe. Sous une forme très-modeste, la notice sur le parallélisme des roches paléozoïques des deux continents, qui n'a rien perdu de son mérite, malgré les progrès incessants de la science, est un travail fondamental. Ce mémoire fait ressortir la place qui appartient à la Paléontologie dans les investigations relatives à l'Histoire du globe. C'est peut-être le plus beau titre de M. de Verneuil.

Cependant il est une autre entreprise qui témoigne plus hautement encore de son dévouement sans limite à la science et de son infatigable persévérance. L'Espagne avait été beaucoup moins étudiée que la plupart des autres parties de l'Europe, lorsque M. de Verneuil songea à tourner ses pas de ce côté. Il y fut d'ailleurs engagé par de Blainville, qui ne croyait pas à l'universalité des lois de la Paléontologie. Si la succession des terrains et des faunes qui les caractérisent lui semblait bien établie pour le Nord des deux continents d'Europe et d'Amérique, ce grand naturaliste supposait qu'en Espagne, dans le Sud principalement. l'ordre de succession des espèces fossiles devait être renversé ou au moins modifié : supposition qui fut loin de se réaliser.

De 1849 à 1862, M. de Verneuil n'a pas exécuté moins de douze voyages dans la Péninsule, tantôt seul, tantôt avec M. Ed. Collomb, qui s'était fait connaître par ses beaux travaux sur les anciens glaciers; quelquefois aussi avec de jeunes naturalistes qui l'accompagnaient dans le but de s'instruire Son arrivée était toujours accueillie avec un chaleureux empressement par les ingénieurs des diverses provinces, qui appréciaient l'importance de ces études; aussi cherchaient-ils à témoigner leur gratitude à l'explorateur dévoué et tenaient-ils à l'accompagner pour se former à son école. De très-nombreux fossiles ont été recueillis en Espagne par M. de Verneuil, et les lois de la Paléontologie ont naturellement reçu une éclatante confirmation, comme partout où s'étendent les observations des géologues. La Carte géologique de l'Espagne et les mémoires publiés à la suite de ces

laborieuses excursions, entre autres celui qui signale la découverte de la faune primordiale, n'intéressent pas seulement l'Espagne, où ils ont produit une vive impulsion et provoqué d'autres travaux, mais tout le monde savant en général. On peut rappeler aussi la première constatation du terrain dévonien, et la distinction établie, dès 1849, au sud des Pyrénées, entre le terrain nummulitique et le terrain crétacé. On doit toutefois regretter que l'auteur de tant d'observations précieuses n'ait pas trouvé le temps de les mettre en ordre et d'en constituer un ensemble, comparable à celui dont la Russie avait été l'objet.

Dans les mémoires de M. de Verneuil, on reconnaît toujours, à travers la forme essentiellement modeste de l'exposition, la sûreté d'appréciation de l'homme qui a parfaitement approfondi le sujet. Plus on étudie ses travaux, mieux on voit l'importance des services que ce savant a rendus en circonscrivant avec exactitude les groupes paléozoïques dans de nombreuses régions. C'est ainsi que, dès 1840, il établissait, d'après des caractères zoologiques, entre le calcaire carbonifère ou de montagne et les formations qui lui sont inférieures, une délimitation très-nette, et il suivait cette séparation par une série de jalons (n'ayant souvent pour se guider que des fossiles peu nombreux et mal conservés), d'abord dans le sol de la France, sur les frontières de Belgique, aux environs de Boulogne, dans la Sarthe, dans les montagnes de Tarare et à Régny (Loire), dans les Pyrénées, puis dans le reste de l'Europe, depuis le Spitzberg jusque dans la Russie méridionale, aux États-Unis et jusque dans l'Amérique du Sud, en Bolivie. Cette limite, poursuivie ainsi dans des régions très-distantes, acquérait un caractère de généralité qui en faisait ressortir toute la valeur. Les couches à anthracite de la Loire-Inférieure et des environs de Roanne, considérées longtemps comme appartenant aux terrains dits de transition, étaient dès lors rapportées au système carbonifère.

Depuis 1831, c'est-à-dire à peu près depuis la fondation, M. de Verneuil appartenait à la Société géologique de France. Chacun sait avec quel empressement il prenait part à ses séances et avec quelle attention il écoutait les communications relatives aux sujets les plus divers, qu'il faisait fréquemment suivre d'observations judicieuses et instructives. Son attractive bienveillance encourageait puissamment les jeunes géologues qui venaient présenter les résultats de leurs recherches. Le vif intérêt qu'il portait à la prospérité de la Société s'est manifesté dans bien des circonstances, et jusque dans l'expression de ses dernières volontés, par le legs qu'il a voulu lui offrir. Ses confrères lui ont témoigné leur haute estime en le choisissant trois fois comme président : en 1840, en 1853 et en 1867. Dans cette dernière

année, où l'Exposition universelle devait appeler de nombreux étrangers à Paris pour y prendre part à la réunion extraordinaire de la Société, M. de Verneuil était naturellement désigné par la considération cosmopolite dont son nom était entouré. Plus récemment encore, le vœu général eût certainement désigné M. de Verneuil une quatrième fois pour la présidence, si, par suite de l'affaiblissement de sa vue, il n'avait cru devoir se soustraire à ce désir. On peut dire qu'aucune perte ne pouvait plus cruellement frapper la compagnie dont il constituait en quelque sorte le centre.

M. de Verneuil était, depuis 1854, membre libre de l'Académie des sciences. La Société royale de Londres, l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, celle de Berlin et d'autres Académies avaient tenu à se l'associer.

M. de Verneuil était chevalier de la Légion d'honneur, grand'croix de l'ordre d'Isabelle-la-Catholique, commandeur des ordres de Saint-Wladimir et de Sainte-Anne de Russie, commandeur de l'ordre de Charles III d'Espagne, officier de l'ordre de la Rose du Brésil.

Entraîné par sa passion pour la géologie, il avait parcouru toutes les parties de l'Europe. Outre les explorations signalées par les découvertes que je viens de rappeler, il avait visité la Suède, la Norwége, la Grèce, Constantinople, ainsi que les environs de Smyrne et une partie de l'Algérie. Ceux qui ont eu la bonne fortune de l'accompagner se rappellent avec quelle conscience il s'empressait de consigner sur son carnet des observations circonstanciées, que, malgré les fatigues, il coordonnait chaque soir, après avoir déterminé les fossiles et autres échantillons qu'il avait recueillis.

Son goût pour les voyages, qui a été si fécond pour la Géologie, n'avait pas diminué lorsque la faiblesse croissante de sa vue en détruisait le charme principal. Les privations qu'il fallait endurer dans les pays les moins civilisés ou les plus inhospitaliers n'altéraient jamais ni son zèle ni sa bonne humeur. Plus d'une fois il s'est aventuré jusqu'à l'imprudence, par exemple lorsqu'il allait contempler de trop près quelque éruption volcanique, au Vésuve ou à l'île de Santorin.

Un jugement très-droit et une complète indépendance de toute idée préconçue le guidaient dans ses déductions.

Loin d'être absorbé dans ses occupations, il s'intéressait à des branches très-variées des connaissances humaines. Il possédait parfaitement plusieurs langues vivantes; c'est un des moyens qui ont assuré ses succès dans les pays qu'il a explorés. Les arts eux-mêmes n'étaient pas exclus de ses goûts; il avait poussé le talent de la musique jusqu'à devenir un habile improvisateur.

Sous le rapport du caractère moral, personne ne possédait plus de

bienveillance naturelle. Son extrême bonté ne se manifestait pas seulement dans sa maison, où un accueil aussi affectueux que distingué était offert aux savants de tous pays, mais aussi par de nombreux actes de bienfaisance. Il discutait avec calme et douceur les opinions les plus opposées aux siennes. Une loyauté exquise et une modestie sincère étaient les traits dominants de ce noble caractère. Il trouvait bien plus de plaisir à s'entretenir des découvertes d'autrui que des siennes propres, et peut-être l'occasion aura-t-elle manqué à plus d'un de ses confrères d'apprécier l'étendue de ses mérites.

Pendant la maladie qui, durant trois mois, a mis des entraves à son activité, il continuait à s'intéresser très-vivement aux faits de la science. Son égalité d'humeur ne l'a jamais abandonné; il a conservé sa sérénité jusqu'au dernier jour. Il avait alors accompli soixante-huit ans et, entouré des soins les plus affectueux, il est mort chrétiennement le 29 mai 1873.

M. de Verneuil avait appelé à son aide toutes les ressources de la paléontologie, particulièrement en ce qui concerne les faunes des terrains anciens. A ce point de vue, il peut être mis au premier rang parmi les géologues de l'un et de l'autre hémisphère; il a de plus été l'initiateur et le maître de tous ceux de l'Europe pour la connaissance de l'Amérique du Nord.

Ce n'est pas seulement par ses publications que M. de Verneuil a servi la science. Il lui a élevé un monument par ses collections qui réunissent les types de fossiles les mieux choisis dans les contrées qu'il a parcourues. Les étrangers de tous pays, non moins que les savants français, ont puisé dans ces ressources précieuses, qu'il mettait constamment à la disposition de tous, avec la libéralité la plus large, en y joignant le secours désintéressé de ses lumières. C'est ainsi que M. de Verneuil était un centre d'où les connaissances en paléontologie ont, pendant de longues années, rayonné de toutes parts.

Pour continuer, même après lui, l'exercice de sa générosité envers tous ceux qui étudient, il a voulu que cette collection, certainement unique, restât à leur disposition, et c'est dans ce but qu'il l'a léguée au Musée de l'École des Mines. La collection de M. de Verneuil a été, de la part du savant le plus autorisé pour l'apprécier, l'objet d'une notice qui fait ressortir les éminents services qu'elle a rendus et ceux qu'elle est encore appelée à rendre (1).

La mémoire de cet excellent confrère restera en vénération parmi

(1) Barrande, *Notice sur la collection léguée par M. Édouard de Verneuil à l'École des Mines* (*Annales des Mines*, 7e série, t. IV, p. 327).

les géologues et les paléontologistes de toutes les parties du monde; elle doit être pieusement conservée dans le sein de la Société géologique.

Liste des principales publications de M. de Verneuil.

1836. — *Note sur les volcans boueux de la presqu'île de Taman et de la Crimée* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1re sér., t. VII, p. 315).

1837-38. — *Mémoire géologique sur la Crimée* (*Mém. de la Soc. géol. de Fr.*, t. III, p. 1). Ce Mémoire, présenté à la Société le 20 mars 1837 (voir *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. VIII, p. 188), est suivi de la description par M. Deshayes des coquilles fossiles recueillies dans cette péninsule.

1837. — *Notice géologique sur les environs de Constantinople* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. VIII, p. 268).

1838. — *Note sur les terrains anciens du Bas-Boulonnais* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. IX, p. 388).

1839. — *Présence du calcaire carbonifère à Sablé* (*Sarthe*) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. X, p. 55).

1839. — *Note sur les environs d'Alger* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XI, p. 74).

1840. — *Sur l'importance de la limite qui sépare le Calcaire de montagne des formations qui lui sont inférieures* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XI, p. 166; *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. X, p. 529).

1840. — *Sur quelques espèces intéressantes de Brachiopodes des terrains anciens* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, t. XI, p. 257).

1840. — *Résumé des observations géologiques principales faites dans un voyage dans la Russie septentrionale* (En commun avec Murchison) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XII, p. 55).

1841. — *Observations sur le terrain silurien et sur le Calcaire de montagne de l'Amérique du Nord* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XII, p. 87).

1841. — *Observations sur le* Productus proboscideus *pris par M. Goldfuss pour une Clavagelle* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, t. XII, p. 198).

1841. — *Observations faites en Russie et dans l'Oural* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XII, p. 371 et 427; t. XIII, p. 11).

1842. — *Lettre sur un second voyage fait en Russie dans l'année 1841* (*Annales des Sciences géologiques*, t. I, p. 9).

1842. — *Memoir on the Fossils of the older deposits in the Rhenish provinces* (en commun avec d'Archiac) (*Transactions of the Geological society of London*, 2e sér., t. VI, p. 303). Un résumé a paru dans le *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. XIII, p. 257.

1844. — *Sur l'âge des couches à combustibles de l'Ouest de la France* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. I, p. 143).

1844. — *Description du* Pentremites Paillettei *et liste des espèces du genre* Pentremites (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. I, p. 213).

1844. — *Note sur les équivalents du système permien en Europe, suivie d'un Coup d'œil général sur l'ensemble de ses fossiles et d'un tableau des espèces* (En commun avec Murchison) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. I, p. 475).

1845. — *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural* (En collaboration avec MM. Murchison et de Keyserling).

1845. — *Note sur une coupe du Mont-Pagnotte à Creil, prolongée en suivant le chemin de fer du Nord jusqu'à Tartigny (Oise)* (En commun avec d'Archiac) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. II, p. 334).

1845. — *Note sur les fossiles du terrain paléozoïque des Asturies* (En commun avec d'Archiac) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. II, p. 458).

1845. — *Résumé sur la Faune paléozoïque de la Russie* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. II, p. 568).

1845. — *Sur l'existence de la formation néocomienne dans le Hanovre* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. III, p. 24).

1845. — *Sur les phénomènes erratiques dans le Nord de l'Europe* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. III, p. 88).

1846. — *Analyse de l'ouvrage intitulé: Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. III, p. 382).

1846. — *Liste des fossiles du terrain carbonifère des Asturies* (*Espagne*) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. III, p. 451).

1846. — *Lettre sur la géologie de l'Amérique du Nord* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 12).

1847. — *Note sur la distinction du terrain silurien et du terrain dévonien en Bretagne* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 323).

1847. — *Description d'une Orthocératite gigantesque* (O. Herculeanus) *provenant du terrain silurien inférieur de Galena, Illinois (Amérique)* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 556).

1847. — *Note sur le parallélisme des roches des dépôts paléozoïques de l'Amérique septentrionale avec celles de l'Europe, suivie d'un Tableau des espèces fossiles communes aux deux continents, avec l'indication des étages où elles se rencontrent, et terminée par un examen critique de chacune de ces espèces* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 646).

1847. — *Sur l'existence des terrains carbonifère et dévonien en Arménie* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 709).

1847. — *Lettre sur le terrain dévonien du Harz* (citée par M. Frapolli) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IV, p. 759).

1848.— *Note sur quelques Brachiopodes de l'île de Gothland* et *sur quelques espèces de* Leptæna *à crochet perforé* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. V, p. 339 et 347).

1849. — *Sur le terrain à Nummulites et le terrain crétacé des environs de Santander* (*Espagne*) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. VI, p. 522).

1849. — *Sur les fossiles des terrains paléozoïques de Neffiez (Hérault)* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. VI, p. 627).

1850. — *Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon), suivie d'une Liste des fossiles du terrain dévonien des montagnes de Léon et des Asturies* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 155 et 159).

1850. — *Remarques sur les fossiles recueillis par M. Leymerie dans le terrain de transition de la Haute-Garonne* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 221).

1850. — *Sur les terrains paléozoïques de la Sarthe* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 769).

1850. — *Notice on the geological map of Spain (Report of the British association).*

1852. — *Del terreno cretaceo en Espana* (*Revista minera*, t. III).

1852. — *Existence des Reptiles dans les terrains paléozoïques* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IX, p. 320).

1852. — *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne* (En commun avec M. Collomb) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. X, p. 61).

1851. — *Observations géologiques et Tableau des altitudes observées en Espagne pendant l'été de 1853* (En commun avec M. de Lorière) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XI, p. 661).

1854. — *Sur les terrains paléozoïques de la vallée d'Ossau* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XII, p. 71).

1855. — *Note sur les progrès de la Géologie en Espagne pendant l'année 1854* (En commun avec MM. Collomb et de Lorière).

1855. — *Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra-Morena et des montagnes de Tolède* (En commun avec M. J. Barrande) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XII, p. 964).

1855. — *Altitude du sol dans l'Est et le Nord de l'Espagne* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XL, p. 125).

1855. — *Installation d'un observatoire météorologique en Espagne* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XL, p. 699).

1855. — *Tableau orographique d'une partie de l'Espagne* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XL, p. 726 et 814).

1855. — *Rapport sur un mémoire de M. Marcou* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XL, p. 734).

1856. — *Fossiles de la montagne du Roule à Cherbourg* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XIII, p. 303).

1856. — *Sur la géologie du Sud-Est de l'Espagne (provinces de Murcie et d'Andalousie), avec un Tableau des mesures hypsométriques prises en 1855 dans cette contrée* (En commun avec M. E. Collomb) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XIII, p. 674).

1857. — *Résultats d'un voyage fait à Murcie et en Andalousie* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XLIV, p. 1299).

1858. — *Sur l'état actuel du Vésuve* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XLVI, p. 117).

1858. — *Sur quelques fossiles paléozoïques de l'Ouest de la France* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XLVII, p. 463).

1858. — *Lettre sur une éruption du Vésuve* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XV, p. 369).

1860. — *Note sur une partie du pays basque espagnol* (En commun avec MM. E. Collomb et Triger) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XVII, p. 333).

1860. — *Sur la géologie des provinces basques* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. L, p. 1115).

1860. — *Description des fossiles de la faune primordiale découverts par M. Casiano de Prado dans la chaîne Cantabrique* (En commun avec M. J. Barrande) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XVII, p. 526).

1861. — *Coupes du versant méridional des Pyrénées* (En commun avec M. de Keyserling) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XVIII, p. 341).

1862. — *Sur la faune du terrain permien et la nouvelle dénomination de* Dyas (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XIX, p. 599 et 627).

1863. — *Note sur le calcaire à* Lychnus *des environs de Segura (Aragon)* (En commun avec M. L. Lartet) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XX, p. 684).

1863. — *Note sur un silex taillé trouvé dans le diluvium des environs de Madrid* (En commun avec M. L. Lartet) (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XX, p. 698).

1864. — *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal* (en collaboration avec M. E. Collomb), à l'échelle de $\frac{1}{1500000}$.

1864. — *Note sur les fossiles recueillis en 1863 par M. de Tchihatchef aux environs de Constantinople* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXI, p. 147).

1864. — *Sur un caillou roulé trouvé dans le gouvernement de Tamboff (Russie) et appartenant au Calcaire carbonifère* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXI, p. 206).

1864. — *Note sur la Carte géologique de l'Espagne* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LIX, p. 417).

1866. — *Description physique de l'Asie Mineure par P. de Tchihatchef.* Dans le volume de *Paléontologie* une note relative aux faunes des terrains de transition est due en entier à M. de Verneuil (p. 103).

1866. — *Liste des fossiles recueillis dans le terrain dévonien de Chagey (Haute-Saône)* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXIV, p. 127).

1867. — *Sur le Diluvium des environs de Madrid* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXIV, p. 499).

1867. — *Sur des Orthocères dans le Lias de l'Andalousie* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXIV, p. 847).

1867. — *Sur la faune dévonienne des rives du Bosphore* (En commun avec M. d'Archiac) (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXIV, p. 1217).

1868. — *Sur les phénomènes récents du Vésuve* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXVI, p. 1020).

1868. — *Sur la dernière éruption du Vésuve* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXV, p. 802).

1869. — *Note sur l'altitude du Vésuve le 26 avril 1869* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXVIII, p. 1309).

1869. — *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal*, 2e édition (En commun avec M. Collomb).

1872. — *Sur la dernière éruption du Vésuve* (*Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXXIV, p. 1373).

1872. — *Sur la dernière éruption du Vésuve* (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XXIX, p. 415).

1872. — *Carta geologica della Campagna romana* (En commun avec M. P. Mantovani).

M. de Chancourtois lit la note suivante :

Sur le **Réseau pentagonal** *de M.* **Élie de Beaumont,** par M. **de Chancourtois.**

La Société m'a fait l'honneur de me charger de rédiger une notice biographique sur M. Élie de Beaumont. J'aurais désiré me mettre en mesure de lire cette notice à la présente séance, mais il m'a paru plus urgent de terminer des travaux destinés à développer la doctrine conclusive de mon illustre maître, eu égard aux dispositions de beaucoup de savants, qui, pour ne se manifester que par des réticences, ne tendent pas moins à entraver ce développement d'une manière sérieuse.

Je ne suis donc pas prêt pour la lecture de la notice, et, après m'être excusé du retard que subira cette lecture, je demande la permission

de rendre hommage aujourd'hui à la mémoire de M. Élie de Beaumont en parlant précisément et seulement de sa théorie contestée du *Réseau pentagonal.*

On a dit depuis longtemps, pour définir l'objet de la Géologie, que l'écorce du globe offrait comme une mosaïque dont le géologue est appelé à reconnaître et à classer les éléments. Pour toutes les régions occupées par des terrains sédimentaires, on devrait dire une mosaïque de camées, puisque les pièces y sont formées de couches superposées.

Les géologues, en commençant l'étude de la structure de l'écorce, se sont principalement occupés de ce qui était le plus facile, du mode de division auquel la comparaison précédente ne fait allusion qu'en seconde ligne et qui correspond aux *surfaces de délit* voisines des sphéroïdes de niveau dont les plans tangents sont appelés horizons. On s'est ainsi d'abord presqu'exclusivement attaché à la partie de la stratigraphie qui peut être appelée provisoirement, en style condensé ou télégraphique, la *stratigraphie horizontale.*

Mais déjà à ce point de vue on était obligé de déterminer les fentes qui amènent des dénivellations, les *failles.*

On arrive de plus aujourd'hui à comprendre que les faisceaux de *fissures,* qui font nécessairement cortége aux rides de soulèvement, généralisent pour ainsi dire les phénomènes de dislocation dont les anfractuosités des montagnes ne sont que les manifestations principales. On aperçoit que le plexus de ces fissures constitue dans l'écorce du globe une sorte de craquelé, qui, par un jeu presque continuel, a préparé le modelé effectué ensuite par les érosions, et a présidé ainsi à la configuration topographique.

La prise en considération des failles et des fissures se montre d'ailleurs aussi nécessaire au point de vue pratique qu'elle est intéressante au point de vue théorique; car, par elle seule, on peut se rendre compte des allures des filons métallifères, comme des rejets des couches de combustible, et la bonne exploitation de tous les gîtes minéraux en dépend incontestablement au premier chef.

On est donc conduit maintenant à développer l'étude des surfaces de division voisines du plan vertical, à s'occuper de la partie de la stratigraphie que l'on vise en première ligne lorsque l'on compare l'écorce terrestre à une mosaïque, et qui, en style condensé, peut être appelée, aussi provisoirement, la *stratigraphie verticale.*

Or, dans cette étude, M. Élie de Beaumont a depuis plus de 20 ans atteint le point capital.

Comment y est-il arrivé? Quels sont les caractères, quelle est la portée de la découverte?

Je vais essayer de répondre à ces questions de la manière la plus

succincte, en m'appuyant bien entendu sur les documents originaux, mais en profitant des progrès accomplis dans l'enseignement de l'École des Mines.

Dans la recherche des lois générales de la stratigraphie verticale, on peut, sous le rapport géométrique, considérer d'abord l'écorce solide du globe comme étant exactement sphérique. Les fractions du rayon maximum ou équatorial du sphéroïde des eaux, qui mesurent les inégalités de la forme générale de la terre, sont en effet très-petites : $\frac{1}{300}$ pour l'aplatissement polaire, $\frac{1}{600}$ au plus, sans doute, pour les dépressions du fond des océans. Il semble évident que ces inégalités, tout à fait insensibles dans les profils du globe entier dessinés sans exagération, ne peuvent avoir troublé les effets de l'action régulatrice des lois cherchées, qu'en produisant des inégalités pareillement négligeables au point de vue d'ensemble.

Pour des plans de division verticaux les traces sur la sphère sont des grands cercles. De là le principe des *alignements* géologiques.

Pour des surfaces stratigraphiques autres que des plans verticaux, les traces sur la sphère sont des lignes courbes dont les directions locales sont marquées par les grands cercles tangents, et au moyen de ces grands cercles on étudiera les courbes sphériques, comme au moyen des tangentes on étudie les courbes planes.

On peut prévoir aussi qu'il faudra s'occuper et se servir des petits cercles de la sphère.

Mais dépasser la considération des grands cercles, c'est déjà sortir du champ de spéculations dans lequel M. Élie de Beaumont a tenu à se renfermer, et après ces ouvertures qui ne sont peut-être pas inutiles à l'adresse des esprits impatients, pour ne pas dire inquiets, je reviens à la systématisation des grands cercles stratigraphiques, seule poursuivie, mais aussi complétement obtenue par le Réseau pentagonal.

La découverte du Réseau, annoncée sommairement à l'Académie des Sciences, le 9 septembre 1850, par une communication intitulée : *Note sur la corrélation des directions des différents systèmes de montagnes*, a été complétement exposée en 1852 à la fin de la *Notice sur les systèmes de montagnes* (1), ouvrage dont le titre modeste et le format plus que modeste contrastent singulièrement avec l'immense portée de la conclusion théorique qu'il publie.

On voit par l'ouvrage entier, comme on en est d'ailleurs prévenu par un avertissement de la plus grande originalité, que M. Élie de

(1) La publication de cette notice, commencée dans le *Dictionnaire des sciences naturelles* de M. Charles d'Orbigny, a été achevée en 3 volumes in-32 chez P. Bertrand. L'ouvrage a été présenté à l'Académie des Sciences le 30 août 1852.

Beaumont a été conduit à cette conclusion en reprenant l'exposé des faits d'alignement qu'il avait constatés et résumés dans ses systèmes de montagnes.

Mettant momentanément de côté la question des âges relatifs, qui avait d'abord dominé dans ses spéculations géogéniques, pour ne s'occuper que des seuls rapports géométriques, et voulant se dégager, à cet égard, de la simple considération des combinaisons rectangulaires, qui l'avaient frappé pourtant à juste titre, dès l'origine de ses recherches, il a calculé les angles d'intersection de tous les *grands cercles de comparaison,* axes de figure des systèmes de montagnes déterminés par lui au nombre d'une vingtaine.

Voyant que les valeurs calculées se serraient autour de certaines valeurs moyennes, il a, comme il le dit, *mis son imagination en campagne* pour trouver une figure géométrique offrant les mêmes angles, et est bientôt arrivé à celle qui correspond à la fois aux plus complexes des solides réguliers, au dodécaèdre et à l'icosaèdre.

Étudiant alors les rapports des polyèdres réguliers, il a institué la figure du Réseau pentagonal, qui résume ces rapports sur la sphère par cinq systèmes de grands cercles formés chacun de trois cercles perpendiculaires entre eux.

Réalisant ensuite sur un globe, par un réseau de fils assez lâche pour être déplacé par glissement, cette figure des *quinze cercles primitifs* enrichie de quelques cercles qui s'y rattachent immédiatement, il a cherché la position dans laquelle elle s'adaptait le mieux à la configuration géographique.

Pour préciser enfin la position qui lui a paru la meilleure, il est revenu à la considération des combinaisons rectangulaires de deux cercles de comparaison antérieurement reconnues, a choisi celle de ces combinaisons qui se rapporte aux dislocations les plus modernes, et a mis mathématiquement en coïncidence cette sorte de trait carré naturel formé par le cercle de comparaison du soulèvement du Ténare, qui joint l'Etna au Mouna-Roa, et le cercle, dit axe volcanique de la Méditerranée, qui joint l'Etna au pic de Ténériffe, avec le trait carré géométrique formé par un des cercles primitifs et l'un des grands cercles appuyés sur deux sommets d'un pentagone.

Après en avoir institué la figure, il a donc ainsi fixé la position du Réseau pentagonal.

L'idée de l'utilisation des propriétés des solides réguliers avait-elle précédé chez M. Élie de Beaumont celle de la systématisation des rapports des cercles de comparaison ?

J'ai entendu poser la question, bien que les indications données par lui-même sur la marche de son travail semblent devoir la prévenir.

Je puis faire valoir dans le sens de ces indications cette circonstance qu'il parut frappé lorsque je lui fis remarquer que la théorie des solides réguliers était restée presque sans usage depuis son institution par Pythagore et Platon.

La découverte du Réseau peut donc être qualifiée analytique, et, puisqu'elle a encore à gagner bien des suffrages, je désire qu'elle bénéficie de cette qualification auprès des savants qui, se défiant des élans synthétiques, veulent qu'on n'arrive à la vérité que pas à pas.

Mais convient-il, philosophiquement parlant, d'appeler analytique une découverte intellectuelle? Je ne le pense pas, aujourd'hui surtout qu'on est trop disposé à confondre l'analyse avec l'érudition. Où conduirait l'érudition, la connaissance des faits observés et des théories antérieures, si elle n'était au service de l'inspiration, principe de la synthèse?

A mon sens, la découverte du Réseau porte au plus haut degré le cachet de la synthèse, dans le procédé comme dans le résultat, et dire qu'elle est synthétique ne suffirait même pas pour rendre ma pensée dont l'expression complète doit du reste être précédée de quelques explications.

Du moment où l'on admet qu'il n'y a pas de hasard dans la nature et qu'il doit y avoir une loi des formes géographiques, ne doit-on pas admettre aussi que cette loi ne peut être basée que sur une figure offrant, avec le *summum* des ressources en éléments de *symétrie*, cette faculté de *dérivation à l'infini* qui constitue la propriété essentielle des appareils de raisonnement au moyen desquels nous pénétrons le mieux la matière?

Le Réseau possède ces deux propriétés générales.

Il a six axes de symétrie parfaitement égaux, qui portent, avec l'icosaèdre régulier et le dodécaèdre régulier conjugués, cinq systèmes quadrilatéraux comprenant chacun un octaèdre régulier, un cube et deux tétraèdres réguliers, conjugués entre eux.

Les quinze grands cercles *primitifs* se coupent deux à deux en trente points H, trois à trois en vingt points I, cinq à cinq en douze points D (1).

Si de ces points d'intersection comme pôles on décrit des cercles avec un quadrant comme ouverture de compas sphérodésique, on obtient, après la reproduction des quinze cercles primitifs eux-mêmes, appelés aussi *hexaédriques* (2), dix nouveaux cercles dits *octaédri-*

(1) La désignation des points par des lettres peut être suivie sur le diagramme de la page 334.

(2) Parce que leurs plans sont parallèles aux faces des cinq cubes ou hexaèdres.

ques (1) et six autres dits *dodécaédriques réguliers* (2), dont les intersections avec les cercles primitifs donnent soixante points T, soixante points *a* et soixante points *b*, pôles de nouveaux grands cercles, savoir : trente *dodécaédriques rhomboïdaux* (3), trente *dodécaédriques* ou *hemi-hexatétraédriques diagonaux* (4), trente *dodécaédriques* ou *hemi-hexatétraédriques diamétraux* (5), lesquels complètent un ensemble de cent-vingt-un cercles principaux (6).

Les intersections fournies par les quatre-vingt-dix derniers cercles, coupant les trente-et-un premiers et se recoupant entre eux, donnent quatre mille six cent-vingt pôles de deux mille trois cent-dix nouveaux grands cercles auxiliaires, qui peuvent être dits secondaires, à répartir entre quarante-deux catégories, et ainsi de suite à l'infini.

Les nouveaux cercles donnent de temps à autre des combinaisons angulaires assez voisines des précédentes, mais ne peuvent jamais reproduire un système exactement trirectangulaire, comme l'un des cinq groupes des trois primitifs ; à plus forte raison ne peuvent-ils reproduire un système pentagonal régulier.

M. Élie de Beaumont, dès sa première communication sur le Réseau pentagonal, avait indiqué le principe des dérivations à l'infini qui donne en perspective la constitution de ce qu'il appelait le Réseau complet. Mais il opérait d'abord ses dérivations à l'aide de considérations empruntées à la géométrie du système régulier en cristallographie. C'est ainsi qu'il a été conduit à dénommer *hexatétraédriques* et *trapézoédriques* les cercles auxiliaires des catégories les plus importantes.

(1) Parce que leurs plans sont parallèles aux faces des cinq octaèdres en même temps qu'aux faces des dix tétraèdres et de l'icosaèdre.

(2) Parce que leurs plans sont parallèles aux faces du dodécaèdre.

(3) Ainsi nommés parce que leurs plans sont parallèles aux faces des cinq dodécaèdres rhomboïdaux conjugués à la fois aux cubes et aux octaèdres.

(4) Ainsi nommés parce qu'ils passent par les sommets des pentagones où ils sont bissecteurs des angles des primitifs.

Ils ont été appelés d'abord : hexatétraédriques conjugués aux octaédriques. Mais les dénominations que j'adopte, à l'avantage d'être plus concises, joignent celui de rappeler le caractère hémiédrique du système du Réseau.

(5) Ainsi nommés parce qu'ils passent par les centres des pentagones, où ils sont bissecteurs des angles des primitifs.

Ils ont été appelés d'abord héxatétraédriques conjugués aux dodécaédriques réguliers (Mêmes observations que pour les précédents).

(6) M. Élie de Beaumont avait laissé d'abord les cercles des deux dernières catégories en dehors de la rubrique *cercles principaux*, mais il avait fini par les traiter à peu près sur le même pied, à tous égards, que les dodécaédriques rhomboïdaux, auxquels ils sont, pour ainsi dire, ce que sont aux primitifs les octaédriques et les dodécaédriques réguliers.

Cette manière de faire lui donnait lieu, du reste, d'insister sur la différence qui existe entre le principe de l'application de la Géométrie à l'étude des formes des minéraux et le principe de son application à l'étude de la configuration du globe ; de faire ressortir le caractère *sui generis* et tout à fait supérieur de la *symétrie pentagonale,* dans laquelle la *symétrie quadrilatérale*, propre au système régulier de la Minéralogie, n'entre que comme facteur, pour me servir de l'expression à la mode.

A l'aide d'une boule quelconque, on peut se familiariser avec la figure du Réseau sommaire formé par les primitifs, les octaédriques et les dodécaédriques réguliers, qui sont facilement tracés *grosso modo.*

Pour pousser l'étude plus loin, lors même que l'on aurait à sa disposition des globes exactement sphériques et des instruments sphérodésiques adaptés de manière à graphiquer sur ces globes avec précision (1), il convient d'avoir recours à la projection gnomonique d'un pentagone faite sur l'horizon de son centre.

Le diagramme suivant donne, pour une réduction du globe terrestre au 200 000 000e, et bornée au tracé des cercles des trois premières catégories, l'esquisse de cette projection, dans laquelle, comme dans toute projection gnomonique (c'est-à-dire effectuée par les rayons de la sphère), les grands cercles sont représentés par des droites.

—·—·—·— Primitifs ou héxaédriques ;

—··—·····—··— Octaédriques ou icosaédriques ;

—···—···—···— Dodécaédriques réguliers.

Il est utile d'étendre la projection au moins jusqu'aux centres des cinq pentagones adjacents.

Dans le petit triangle rectangle H I D, qui est le commun diviseur des pentagones I I I I I correspondant au dodécaèdre, des triangles D D D correspondant à l'icosaèdre, et des losanges D I D I correspondant au triacontaèdre semi-régulier conjugué à la fois au dodécaèdre et à l'icosaèdre, la somme des côtés est égale à un quart de circonférence ou mesure un angle droit.

La tangente trigonométrique de l'axe du primitif D H D, qui réunit deux centres de pentagones adjacents, est égale au double du rayon de la sphère.

(1) Des sphères en carton stuqué, de 0m, 1274 et de 0m, 2548 de diamètre, c'est-à-dire représentant le globe au 100 000 000e et au 50 000 000e, se trouvent chez Bertaux, éditeur de géographie, successeur de Grosselin et de Delamarche. Des instruments sphérodésiques, règles, équerres et compas, ont été construits pour l'École des Mines par Froment et son successeur Dumoulin.

Ce sont là des propriétés géométriques que l'on aperçoit à première vue pour ainsi dire. Elles ne font évidemment qu'inaugurer une série de propositions nouvelles comparable à la théorie des transversales, et à mesure qu'on l'étudie, on est de plus en plus porté à attribuer des aptitudes supérieures à cette curieuse figure étoilée, qui, je ne dois pas omettre de le dire, excite l'admiration des artistes dessinateurs appelés à la détailler.

Ces explications amèneront peut-être à accueillir sans trop de surprise la caractérisation suivante du Réseau.

Pour quelqu'un qui, comme M. Élie de Beaumont, joindrait à des facultés géométriques exceptionnelles une connaissance approfondie de la configuration de la structure de l'écorce du globe, je ne doute pas que la parfaite correspondance des deux séries, série géographique et série géométrique, ne se présente immédiatement comme un *axiome*, c'est-à dire comme une vérité non démontrable et simplement justifiable par les faits.

Mais, ne me dissimulant pas qu'une telle manière de voir semblera au premier abord paradoxale, je dois l'appuyer d'un commentaire.

Dès que l'on a le sentiment, la perception, de ce que signifient les mots : point, droite, longueur de parcours, on aperçoit simultanément la justesse de l'axiome : *la ligne droite est le plus court chemin d'un point à un autre.*

C'est par des opérations d'esprit du même genre que l'on doit s'assimiler cette proposition : le *Réseau pentagonal est la règle de la variété géographique;* avec beaucoup plus de peine assurément que lorsqu'il s'agit de l'axiome élémentaire de la Géométrie, parce que les idées à rapprocher sont ici excessivement, pour ne pas dire on ne peut plus complexes.

Maintenant, comment propager l'assimilation, faire pénétrer la justification dans les esprits ?

Avant de l'indiquer, je veux répondre à une objection au moyen de laquelle beaucoup de personnes croient démontrer l'inanité de la théorie du Réseau pentagonal et se dispenser par suite de l'étudier.

Comment se fait-il, dit-on, que les principaux traits de la configuration géographique ne soient pas représentés tout d'abord par les lignes principales du Réseau, et qu'il faille avoir recours à des dérivations pour les classer ?

Vraiment, après avoir rappelé l'objection, je serais tenté de m'abstenir, tant sa propre inanité me paraît évidente. Est-ce que les mystères de la nature ne sont pas la raison d'être de la Science ? Ne nous faut-il pas toujours découvrir à grand'peine ce que nous appelons les lois naturelles, qui semblent nous avoir été cachées comme à plaisir ?

En Minéralogie, par exemple, où les lois fondamentales de la Cristallographie rationnelle ne considèrent que des faces planes dérivant par des décroissements simples des formes dites primitives que dégagent les clivages, les deux substances cristallines par excellence, celles dont les clivages mettent le plus facilement en évidence la forme prismatique primitive, le diamant et le gypse, présentent très-habituellement, dans la forme extérieure dominante, des faces courbes. Tire-t-on de là un argument pour infirmer les lois de la Cristallographie ?

J'ajouterai maintenant que pour représenter les grands alignements géographiques ou géologiques, M. Élie de Beaumont a employé beaucoup de cercles principaux et est loin d'avoir eu besoin de toutes les catégories de cercles secondaires auxquelles j'ai arrêté mon énumération.

Je veux répondre aussi aux personnes qui demandent une raison mécanique de l'intervention de la symétrie pentagonale dans les configurations géologiques, voulant simplement, à mon sens, que l'on complète l'axiome relatif au Réseau, comme l'on complète l'axiome relatif à la ligne droite en disant qu'elle est le chemin suivi par un point matériel qui a subi l'impulsion d'une force instantanée et se meut dans un milieu homogène.

Sous le rapport mécanique, il y a une justification très-directe de l'intervention du Réseau pentagonal.

On admet que la division par retrait d'un plan homogène a pour principe un réseau formé d'hexagones réguliers, parce que parmi les polygones juxtaposables, l'hexagone est celui qui embrasse la plus grande surface avec le moindre périmètre, et que, par conséquent, la rupture suivant le réseau hexagonal a lieu avec la plus grande économie des efforts nécessaires pour vaincre la cohésion ; or, sous le rapport géométrique et, par suite, sous le rapport mécanique, le réseau pentagonal est sur la sphère ce que le réseau hexagonal est sur le plan.

M. Élie de Beaumont se servait ordinairement de cette considération comme introduction, lorsqu'il exposait sa théorie (1).

(1) Les hexagones réguliers dont on peut couvrir un plan, sans lacune ni recouvrement, résultent de l'assemblage, six à six, des triangles équilatéraux fournis par trois séries de droites équidistantes dont les directions sont également inclinées les unes sur les autres.

On ne peut assembler de la même manière six triangles équilatéraux sur la sphère à cause de l'excès sphérique, et, si parmi les triangles équilatéraux de toute grandeur que l'on peut considérer sur une sphère, on détermine la dimension de ceux dont cinq se juxtaposent autour d'un point sans lacune ni recouvrement, on trouve que la surface de l'un est le vingtième de la sphère. Ils correspondent donc aux

On sait que la division hexagonale du plan est réalisée par retrait dans les nappes de basalte. La division pentagonale par retrait s'observe quelquefois sur les septarias quand ils sont assez exactement sphéroïdaux.

Dans l'application à la Géologie, il ne s'agit pas de retrait, mais au contraire de tendance à l'écrasement.

Les accidents de l'écorce résultent, en effet, de ce que son étendue se trouve trop grande pour embrasser sous une forme sphéroïdale régulière le noyau fluide contracté par le refroidissement, et, après une certaine période pendant laquelle la formation de méplats raccordés par des côtes bombées permet à l'enveloppe solide de rester appliquée sur le liquide enveloppé, c'est par ridement, rebroussement ou rempli, que s'effectue la réduction d'étendue nécessaire pour le retour à la forme sphéroïdale régulière de rayon diminué.

Mais on conçoit facilement que la figure des accidents doit être la même sur une surface, que ces accidents soient marqués en lacune par retrait ou en ride saillante par excès de matière, les forces qui président à la configuration étant simplement changées de sens (1).

Quoique les fissures de l'écorce puissent être envisagées, en partie au moins, comme engendrées par retrait, il ne convient pas de les prendre ici comme terme de comparaison, parce que la cause qui les détermine n'est que le contre-coup du ridement montagneux. Leur craquelé n'est soumis qu'implicitement à la loi du Réseau pentagonal ; mais elles n'en fournissent pas moins de précieux éléments d'observations pour l'application de sa théorie, je ne dois pas négliger cette occasion de le faire remarquer. Les fentes et fissures en pays de plaines, dont la direction n'est pas modifiée par des soulèvements transversaux postérieurs inclinant les couches comme cela arrive le plus souvent dans les montagnes, et qui sont d'ailleurs très-nombreuses, donnent pour l'étude et la coordination des faits d'aligne-

faces de l'icosaèdre et les prolongements de leurs côtés forment les douze pentagones qui correspondent au dodécaèdre régulier.

(1) Aucun fait expérimental n'étant à dédaigner, je dois signaler une manifestation tout à fait vulgaire du Réseau pentagonal, que l'on peut observer sur les petits pois cuits ou desséchés dans certaines conditions. Le dodécaèdre apparaît plus ou moins régulièrement développé, marqué par des méplats dont les contours pentagonaux saillants sont comparables aux chaînes de montagnes en préparation.

Il est à noter que pour les pois l'épaisseur de l'écorce peut être estimée 1/10e du rayon, tandis que pour la terre le même rapport est probablement moindre que 1/100e, et par conséquent on ne doit pas s'étonner de ne trouver qu'en monnaie sur le globe terrestre, ce qui est si développé sur la graine prise comme terme de comparaison minuscule.

ment des orientations pures de toute perturbation, dont l'équivalence ne s'obtient souvent en pays de montagnes que par une analyse assez délicate. C'est ainsi que les directions données par les cours d'eau ont ordinairement une netteté tout à fait supérieure.

Le Réseau pentagonal étant admis comme le principe des formes géologiques et géographiques en sphérodésie (1), il reste à discuter la question de son installation.

L'installation adoptée est-elle définitive ?

C'est un point sur lequel M. Élie de Beaumont a été très-réservé dans l'origine. Bien qu'ayant publié aux *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences,* le 10 avril 1851, une *Note contenant les données qui fixent la position du Réseau pentagonal sur la surface du globe* (2), il ne s'est montré que très-tard entièrement confiant dans la justesse de son choix, et on peut se demander si cette confiance n'était pas affermie du seul fait de l'énorme édification de calculs accomplie sur la base adoptée.

Il ne serait pas impossible que la position actuelle du réseau répondît seulement à une de ces figures dérivées où se reproduisent approximativement les angles de la figure typique.

Je dois même avouer qu'ayant personnellement en vue un trait carré, peut-être primordial, à opposer au trait carré que M. Élie de Beaumont a adopté comme repère et qui concerne au contraire les dernières grandes dislocations, je m'occupe de réaliser un réseau mobile avec lequel on puisse renouveler facilement le tâtonnement pratiqué par l'auteur de la découverte.

Mais je dois dire aussi que, plus j'étudie les faits d'alignement, et plus j'incline à penser que l'installation choisie est la véritable, et en voici la raison :

Lorsque l'on veut suivre sur le globe entier un alignement observé dans une région, le caractère approximatif de l'observation initiale laisse toujours une certaine latitude pour diriger le cercle en prolongement. Eh bien, lorsque, dans le champ de déviation dont on dispose, un cercle va passer par deux points remarquables du Réseau, tel qu'il est placé actuellement, la direction de ce cercle présente toujours une très-grande supériorité sur les directions voisines, quant à l'adaptation aux accidents géologiques, hydrographiques et orographiques.

Je ne saurais mieux traduire l'impression produite par ce fait, qu'en

(1) Je remplace ici par cette expression celle de planimétrie impropre pour la surface de la sphère.

(2) Ces données sont les longitudes et les latitudes des 12 points D, centres des pentagones.

rappelant celle que l'on éprouve lorsque, cherchant à rajuster les fragments d'un objet brisé, on arrive, après quelques rapprochements approximatifs, à la véritable juxtaposition.

Maintenant, quels sont les moyens de poursuivre la vérification des propriétés du Réseau au-delà de l'application d'un appareil funiculaire sur un globe, opération qui ne peut évidemment viser que les données fondamentales et avec une approximation grossière?

M. Élie de Beaumont, dans la Notice sur les systèmes de montagnes, a appuyé l'exposé de sa découverte d'une projection gnomonique du pentagone européen, correspondant au globe réduit au 50 000 000e. Il a ouvert ainsi la voie des études graphiques les plus faciles, puisque, je l'ai déjà rappelé, la projection gnomonique jouit de la propriété précieuse que les grands cercles y sont représentés par des droites.

Mais, si l'usage des cartes en projection gnomonique est particulièrement avantageux pour l'étude des faits d'alignement, leur confection représente une avance considérable de travail, et en attendant que de telles cartes puissent être suffisamment multipliées, il convenait de s'assurer les moyens de suivre ou de tracer les lignes du Réseau sur les cartes quelconques par des méthodes de calcul, dont l'emploi est d'ailleurs réclamé en dernier ressort pour toute opération où l'on veut obtenir la plus grande précision possible.

M. Élie de Beaumont a publié à cet effet, dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences,* trois séries de tableaux (1), qui par la consistance, par la forme et par le mode d'établissement, offrent beaucoup d'analogie avec des tables astronomiques et, cela semble digne de remarque, signalent ainsi un rapport très-direct entre la science physique la plus simple comme la plus ancienne et la science la plus nouvellement constituée comme la plus complexe.

Ce sont :

1° A la date du 20 juillet 1863, le *Tableau des données numériques qui fixent 159 cercles du Réseau pentagonal* (2);

(1) Réunies en fascicules chez Gauthier-Villars, successeur de Mallet-Bachelier.

(2) Un premier tableau partiel comprend les 15 grands cercles primitifs qui ont pour pôles les points H, les 10 octaédriques qui ont pour pôles les points I, les 6 dodécaédriques réguliers qui ont pour pôles les points D.

Un deuxième contient les 30 dodécaédriques rhomboïdaux qui ont pour pôles les points T.

Un troisième, les 30 hemi-hexatétraédriques conjugués aux octaédriques ou dodécaédriques diagonaux, bissecteurs des angles I, dont les pôles sont les points *a*.

Un quatrième, les 30 hemi-hexatétraédriques conjugués aux dodécaédriques réguliers ou dodécaédriques diamétraux, bissecteurs des angles D, dont les pôles sont les points *b*.

Un cinquième enfin, 38 cercles auxiliaires ou secondaires, déjà employés comme

2° Aux dates des 15, 22 et 29 février 1864, le *Tableau des données numériques qui fixent les 362 points principaux du Réseau pentagonal* (1);

3° Enfin, aux dates des 9, 16 et 23 juillet 1866, le *Tableau des données numériques qui fixent, sur la surface de la France et des contrées limitrophes, les points où se coupent mutuellement 29 cercles du Réseau pentagonal* (2).

M. Élie de Beaumont a eu soin de donner à l'appui des tableaux, dans ces trois publications, les formules employées, les types de calculs et les spécimens de vérification.

Il a de plus repris dans la dernière la question des *poids* des cercles, c'est-à-dire de leur importance relative, qu'il avait déjà traitée avec développement dans la Notice sur les systèmes de montagnes.

Les nombres du dernier tableau lui ont enfin donné les moyens de faire exécuter le tracé exact des cercles sur la Carte géologique de la France au 500 000e, et sur le tableau d'assemblage au 2 000 000e, qui maintenant sont publiés avec ces tracés.

J'ai fait réunir ces documents sous les yeux de la Société, avec l'épure du Réseau en projection orthogonale et gnomonique établie pour les travaux de la Carte géologique détaillée, sous la direction de M. Élie

cercles de comparaison de systèmes de montagnes précédemment classés ou dont le parcours a été étudié à divers titres.

Les données numériques qui déterminent la position d'un grand cercle sont la longitude du méridien qu'il coupe perpendiculairement et le complément de la latitude de cette intersection.

(1) Il donne, par pentagone, les 30 points H, les 20 points I, les 12 points D, les 60 points T, les 60 points *a* et les 60 points *b*; puis les 120 points *c*, que M. Élie de Beaumont, dans une classification provisoire à laquelle il attachait d'ailleurs peu d'importance, rangeait sous la même rubrique que les 242 précédents, en raison du caractère rectangulaire des intersections déterminantes, qui doit en effet leur assigner au moins une place distincte à la tête des points secondaires.

A côté de la longitude et de la latitude qui déterminent la position du point, figure l'orientation du grand cercle ou de l'un des grands cercles qui y passent, pour les points H, I, D, T, *a*, *b*, et celle de l'octaédrique pour les points *c*.

(2) Chaque cercle est l'objet d'un paragraphe distinct où les points sont désignés par le cercle qui les détermine. Outre la longitude et la latitude du point d'intersection, les orientations du cercle suivi et du cercle coupé en ce point, et l'angle des deux cercles, M. Élie de Beaumont a consigné les valeurs des coordonnées (distance au méridien de Paris, distance à la perpendiculaire de Paris) employées dans la carte de Cassini, d'après laquelle avait été construite la carte au 500 000e adoptée par M. Brochant de Villiers pour la Carte géologique générale de la France, valeurs qu'il a tenu à calculer pour apporter la plus grande exactitude possible dans le tracé des cercles du réseau sur cette carte, et qu'il a données en toises pour rappeler leur destination particulière.

de Beaumont, mais dont il n'a pu voir que l'épreuve (1), autour du petit globe, instrument de la découverte, précieux souvenir que M. Félix Élie de Beaumont a bien voulu me donner pour l'École des Mines (2).

J'avais eu un moment l'intention de faire exposer accessoirement les éléments (instruments, modèles, cartes) du matériel déjà créé pour le progrès de l'étude des faits d'alignement et de la théorie du Réseau, afin de manifester toutes les conditions de vitalité de la doctrine de M. Élie de Beaumont. J'en ai été dissuadé par la réflexion que c'était s'écarter du but de ce discours, qui doit être exclusivement de mettre en relief la personnalité du maître que nous avons perdu.

Je ne crois même pas devoir rappeler les noms des géologues théoriciens ou praticiens qui ont marché dans sa voie. Pour cela, j'ai un second motif. Il convient aujourd'hui de laisser chacun revendiquer sa part d'adhésion à une doctrine contestée.

Je me garderais, en particulier, de convier de jeunes camarades, de jeunes confrères, à affronter un courant d'opinion dont l'étendue marque pourtant, je crois, le peu de profondeur.

On peut du reste consulter à cet égard le dernier ouvrage de M. Élie de Beaumont, le *Rapport sur les progrès de la Stratigraphie en France*, publié en 1867, à l'Imprimerie impériale, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1867 (3).

Mais je ne compromettrai personne et je ne m'exposerai, je pense, à aucun désaveu, en disant que tous ceux qui s'occupent de l'étude des faits d'alignement y cherchent des systématisations par des méthodes et des considérations qui dérivent plus ou moins directement de la théorie des soulèvements, et trouvent pour la coordination des faits, dans le Réseau issu de cette théorie, des ressources d'une efficacité supérieure.

Sur ce terrain de l'étude des faits d'alignement et de leur coordina-

(1) Cette épure était destinée à figurer comme planche dans un cahier de généralités où je comptais donner un résumé de l'explication du Réseau réclamée par le tracé des cercles de comparaison dont les amorces sont placées sur le cadre des feuilles de la première livraison et dont les directions sont rapportées de la même manière.

S'il n'est pas donné suite à ce projet dans la publication de la Carte, je le reprendrai à mon compte personnel.

(2) En même temps qu'il partageait les richesses scientifiques de la bibliothèque de son oncle entre l'École des Mines et le Service de la Carte géologique de France.

(3) Cet ouvrage, principalement consacré à l'étude des faits d'alignement, à la stratigraphie verticale, est accompagné de la Carte géologique de France au 2 000 000e, portant le tracé du Réseau.

tion poursuivies au moyen du Réseau pentagonal considéré comme simple appareil géométrique, tous les géologues ne doivent-ils pas tomber d'accord pour activer les progrès de la stratigraphie verticale, dans le champ de laquelle les grosses questions de la Géologie se trouvent maintenant, on ne peut le nier, et resteront sans doute jusqu'au moment où l'on reviendra à la stratigraphie horizontale pour en tirer la systématisation des faits d'inclinaison et de relief basée sur la systématisation sphérodésique tirée de la stratigraphie verticale?

Une telle entente me semble indispensable à obtenir, puisque, pour me servir encore de l'expression à la mode, les deux systématisations stratigraphiques sont les facteurs de la systématisation chronologique, but final de la Géognosie, et les considérations que je viens d'émettre, si imparfaites qu'elles soient pour le fond comme pour la forme, ne seront pas, j'ose l'espérer, sans y aider quelque peu.

Mais, dûssent-elles être tout d'abord accueillies de la manière la plus défavorable, je n'hésiterais pas à les terminer en exprimant la conviction que la découverte du Réseau, qui dote les théories géologiques d'un premier lien mathématique rigoureux, ouvre à la Géologie le champ de spéculations le plus fécond, en même temps qu'elle lui imprime définitivement le cachet de science principale.

Me permettra-t-on d'ajouter que la Géologie aura à s'honorer d'avoir produit dans le Réseau pentagonal un instrument scientifique de la plus haute portée ?

Je me crois fondé à espérer que des travaux d'application amèneront bientôt l'opinion générale à ratifier cette appréciation, et Dieu veuille que la complète mise en valeur d'une découverte absolument française ne nous revienne pas par l'étranger.

A ne considérer le système du Réseau que comme un appareil de coordination mathématique, quel avenir n'est-on pas conduit à lui promettre, lorsque l'on envisage la nature des questions qu'il permet d'aborder, lorsque l'on réfléchit qu'il renferme, régulièrement distribués selon la symétrie pentagonale, autour de ses six axes parfaitement égaux, cinq fois la triple combinaison rectangulaire des axes de coordonnées ?

N'est-ce pas par l'institution des trois axes de coordonnées que Descartes a ouvert une nouvelle ère scientifique?

Et que l'on ne croie pas qu'en considérant ainsi le Réseau dans le domaine des abstractions, je tende à le décharger de la responsabilité d'un rôle concret en Géologie.

Rapprocher le rôle abstrait du Réseau pentagonal de celui des axes de coordonnées, c'est au contraire pour moi fournir une preuve supé-

rieure de la réalité de son existence implicite dans la configuration géographique.

Le principe de la perpendicularité, qui fait la valeur des axes de coordonnées, n'est-il pas simplement, en effet, la traduction abstraite de la condition réalisée dans la nature par les principales circonstances des phénomènes directement ou indirectement observables?

La relation de position de l'un des axes et du plan des deux autres, n'est-ce pas, réduite à l'idéal, la relation du fil à plomb et de la surface de l'eau tranquille ? N'est-ce pas aussi celle du rayon de propagation de la lumière et du plan dans lequel s'effectue la vibration lumineuse ?

Je m'arrête, avec la crainte d'avoir déjà dépassé par cette argumentation philosophique les limites qui convenaient au lieu et au sujet, et j'ai peut-être à solliciter encore à cet égard l'indulgence de la Société.

Mais, lors même qu'ils seraient loin de partager toutes mes convictions, mes confrères m'excuseront facilement, je l'espère, d'être sorti un instant du domaine de la Géologie proprement dite, pour tenter de caractériser comme je sens qu'elle le mérite, la découverte finale de Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce Élie de Beaumont.

M. de Lapparent donne lecture de la notice suivante :

Notice biographique sur **Ferdinand Bayan,**
par M. Alb. **de Lapparent.**

Messieurs,

Le 30 août de l'année dernière, au moment où les membres de la Société géologique de France, réunis à Mons pour la session extraordinaire de 1875, se souhaitaient mutuellement la bienvenue sur la place de l'Hôtel-de-Ville, une même question était sur toutes les lèvres : comment se fait-il que M. Bayan ne soit pas ici ? Et ces regrets s'adressaient, non-seulement au secrétaire, mais encore et surtout au conchyliologiste habile, dont on savait que le secours eût été précieux pour la détermination des fossiles sur le terrain.

A cette époque, notre confrère était retenu à Boulogne-sur-Mer par les premières atteintes du mal qui devait l'emporter. Déjà, ceux d'entre nous qui venaient de le voir à Lille parlaient avec inquiétude de son état. Et pourtant, confiants dans la jeunesse de notre secrétaire, nous nous refusions à admettre la possibilité d'un malheur. Il nous semblait qu'il n'était que momentanément éloigné de nos réunions ;

nous comptions, dès notre retour, l'associer à l'examen des échantillons recueillis, et plusieurs d'entre nous veillaient à ce que, dans la récolte des fossiles, sa part ne fût pas oubliée.

Pendant ce temps, le mal faisait des progrès et, avant que le mois de septembre fût écoulé, la triste nouvelle éclatait parmi nous comme un coup de foudre. Funeste semaine ! où, par deux fois, les amis de la Géologie dûrent revêtir leurs habits de deuil pour conduire à leur dernière demeure, dans le même cimetière, deux hommes bien éloignés l'un de l'autre par l'âge et par la situation, mais en qui l'on peut dire que se trouvaient représentés le passé et l'avenir de la Société géologique de France : l'un, presque octogénaire, arrivé depuis longtemps à l'apogée de sa gloire (1), et dont le nom, devenu, en tout pays, synonyme de celui de la Géologie, est intimement lié à la fondation de notre Société ; l'autre, hier encore plein de jeunesse et d'ardeur, activement mêlé à tous nos travaux, et à qui des succès précoces promettaient une brillante carrière !

Joseph-Félix-Ferdinand Bayan naquit, le 19 novembre 1845, à Angers. Son père était alors professeur de mathématiques spéciales au lycée de cette ville. En 1850, M. Bayan père devint recteur départemental à Quimper ; notre futur confrère y commença ses études, avant l'âge de cinq ans, à l'école préparatoire du collége, sous les yeux vigilants d'un père mieux à même que tout autre de leur imprimer une bonne direction, comme aussi de développer les heureuses qualités morales que son fils avait reçues en partage. Bayan franchit en se jouant deux divisions dans une même année et remporta les premiers prix de sa classe. Par là se révélait chez lui cette remarquable précocité qui demeurera l'un des signes caractéristiques de son intelligence.

Un remaniement du personnel académique ayant appelé M. Bayan à Rennes, son fils entra au lycée, où les plus grands succès récompensèrent son ardeur au travail. Mais cette ardeur n'était pas satisfaite par l'accomplissement régulier de sa tâche quotidienne. Il fallait à un esprit aussi actif une alimentation intellectuelle plus complète. Il la trouva dans l'étude des sciences naturelles, dont il avait acquis le goût en maniant une collection de coquilles recueillie par un de ses parents. Précieux exemple de la facilité avec laquelle on peut éveiller, chez un enfant, des aptitudes sérieuses, en corrigeant, par l'attrait d'une occupation manuelle toujours amusante, ce que la science aurait de trop abstrait pour un jeune cerveau.

La Faculté de Rennes possédait alors deux professeurs éminents, MM. Durocher et Dujardin. Bayan trouva moyen de suivre leurs leçons

(1) M. Élie de Beaumont.

sans négliger les cours du lycée. M. Dujardin prit son jeune auditeur en amitié et lui donna plus d'une fois d'utiles conseils. Dès ce moment, la vocation de Bayan était décidée. Mais son goût pour les coquilles ne devait le détourner en rien de ses études normales. Bachelier ès-lettres à quatorze ans et demi, grâce à une dispense d'âge et à la suite d'un examen brillant, il emportait, un an après, en 1861, le diplôme de bachelier ès-sciences, avec dix boules blanches qui lui valurent une médaille du ministre.

Bientôt il se présentait aux examens de l'École polytechnique ; c'était, dans sa pensée, un simple essai de ses forces ; il se réservait pour l'année suivante. Mais le succès dépassa ses modestes prétentions et les portes de l'École s'ouvrirent pour lui avant qu'il eût atteint ses dix-sept ans. Cette admission prématurée n'était pas sans dangers. Obligé de lutter contre des concurrents plus mûrs, Bayan courait le risque de sortir dans un rang inférieur et de se voir ainsi fermer l'accès des carrières civiles. Heureusement sa précocité n'était pas destinée à s'arrêter au seuil de l'École, et son entrée dans le service des Ponts-et-Chaussées prouva que chez lui l'intelligence n'avait gardé aucune fatigue de l'effort extraordinaire auquel elle avait été soumise.

Ce n'est pas, d'habitude, à l'École de la rue des Saints-Pères qu'un naturaliste va chercher à faire consacrer sa vocation. Il semble même, au premier abord, qu'il y ait incompatibilité entre les formules rigoureuses qui servent de base à l'art des constructions et le développement de ces qualités de coup d'œil et d'adresse manuelle qu'exige l'étude des coquilles fossiles. Pourtant, malgré la séparation tranchée que les traditions universitaires maintiennent entre les sciences naturelles et les sciences exactes, plus d'un exemple est là pour montrer quel secours ces dernières peuvent prêter aux autres. Combien de savants ont puisé, dans l'étude préalable des abstractions géométriques, ces règles salutaires d'exactitude et de méthode, ces habitudes de raisonnement rigoureux, qui seules peuvent rendre l'observation féconde ! Le professeur chargé d'enseigner la Géologie à l'École des Ponts-et-Chaussées était, mieux que tout autre, en mesure d'attester la vérité de ce principe. Après l'avoir prouvée par lui-même, il lui était réservé d'en fournir, par un de ses élèves, une nouvelle démonstration. M. Bayle n'eut pas de peine à reconnaître les dispositions exceptionnelles de Bayan ; heureux d'avoir à développer de telles aptitudes, il lui prodigua les encouragements, lui ouvrit sans réserves l'accès de son laboratoire et de ses collections à l'École des Mines, et dès ce moment s'établirent entre le maître et l'élève, son futur collaborateur, ces relations intimes que la mort seule devait trancher. Aussi, quand les nécessités de sa carrière obligèrent notre confrère à prendre un

poste d'ingénieur ordinaire en province, il se soumit, sans trop de répugnance, à cet exil momentané, sachant bien que sa place était marquée à l'École des Mines, et qu'il suffirait d'une occasion propice pour qu'on le rendît à ses études favorites.

L'acquisition de la collection Deshayes fit naître l'occasion désirée. Pour installer dans les galeries de l'École des Mines un trésor de cette importance, qui plaçait entre ses mains la plupart des types des espèces tertiaires, M. Bayle avait besoin d'un collaborateur déjà rompu au métier. Bayan était tout indiqué pour cette tâche ; mais il fallait lever les scrupules de l'Administration et la décider à sortir des règles habituelles. On y réussit, sous l'administration de M. de Forcade la Roquette, grâce à la bienveillance du Secrétaire général, M. de Boureuille, et Bayan fut nommé. C'était, il est vrai, à titre provisoire; mais en France il n'y a jamais eu de distinction bien tranchée entre le provisoire et le définitif ; notre confrère oublia donc aisément la menace que cet adjectif laissait peser sur sa situation, et, sans autre ambition que de se consacrer à la Science, ne demandant qu'à être oublié dans le poste où on l'avait mis, il accourut allègrement à l'École, pour y revêtir le tablier bleu dont son maître lui avait appris à aimer l'usage.

L'arrivée de Bayan marque une phase nouvelle dans l'histoire de la collection de Paléontologie. Pendant vingt années, M. Bayle, abandonné à lui-même, y avait fait des tours de force d'activité (1). D'une collection destinée, dans l'origine, à servir d'appui à un simple cours complémentaire, il avait réussi à faire un établissement sans rival en France, où il pouvait dire légitimement que tout, jusqu'aux plus minces détails matériels, portait l'empreinte de sa seule intervention. Mais la fatigue allait venir et, avec elle, un peu de découragement peut-être, l'œuvre accomplie n'ayant jusqu'alors procuré à son auteur que des satisfactions de l'ordre scientifique. De plus, autant le maître faisait volontiers part, à qui l'écoutait, du résultat de ses recherches personnelles, autant il se montrait avare de publications écrites ; mille remarques intéressantes, dont la collection offrait chaque jour l'occasion à sa sagacité, risquaient d'être perdues pour les autres, si personne ne se trouvait auprès de lui pour en prendre note. Bayan sut remplir ce rôle utile ; recueillant avec soin toutes les observations de son chef, arrachant à sa fidèle mémoire, pour les consigner par écrit au dos des cartons, toutes les indications relatives à l'origine des échantillons, il eut le mérite, non-seulement d'apprendre à connaître

(1) Il est juste de rappeler que la collection paléontologique de l'École des Mines, fondée par M. Voltz, a dû ses premiers accroissements à l'activité de ce savant, secondé par M. Henri Lecoq.

en peu de temps les richesses accumulées à l'École des Mines, mais encore d'obtenir que leur valeur scientifique ne fût plus aussi étroitement liée à l'existence d'un seul homme. En même temps, son maître, heureux de se sentir intelligemment secondé, s'attachait de plus en plus à une besogne dont l'intérêt, d'ailleurs, allait grandissant chaque jour : car, à la collection Deshayes venait bientôt s'ajouter la collection Terquem, tandis que M. Barrande complétait ses envois de fossiles paléozoïques ; et plus tard, le don magnifique fait par M. de Verneuil, couronnant dignement cette série d'acquisitions précieuses, assurait à la collection du Boulevard Saint-Michel, parmi toutes celles du monde, le rang qu'elle avait déjà conquis en France.

C'est surtout dans ces fonctions d'attaché aux collections que les amis de Bayan aimeront à se le rappeler. Il était là dans son élément, heureux d'être en costume de travail, de buriner et de brosser des fossiles, taillant des cartons, collant des étiquettes, préparant des tubes, remuant des tiroirs, tout cela vite et bien, sans minutie comme sans désordre. Quand la nuit le chassait de l'École des Mines, sa tâche n'était pas finie pour cela, et il trouvait moyen de faire figurer la paléontologie jusque sur le programme des soirées qu'il passait hors de chez lui ; c'est ainsi qu'aux réceptions intimes de son ami M. Chaper, il allait, avec M. Bayle, prendre part à des préparations de pièces exceptionnellement délicates, mêlant d'une façon charmante les occupations de la science aux agréments de la meilleure compagnie.

A l'École, si absorbé qu'il fût, Bayan était toujours prêt à répondre aux demandes de renseignements. Jamais il ne cédait à la tentation de prononcer un nom à la légère ; il commençait par examiner si l'échantillon qu'on mettait sous ses yeux était susceptible d'une détermination exacte ; s'il le trouvait insuffisant, il le disait avec sa rude franchise et refusait absolument de lui attribuer un nom. Dans le cas contraire, il s'en allait à travers la collection, marchant avec sûreté au tiroir voulu pour chercher des termes de comparaison, jusqu'à ce qu'il eût trouvé son affaire. Dans toute cette recherche éclataient, avec une parfaite bonne volonté, l'amour de la vérité et le dédain des affirmations superficielles.

Cette franchise et cet amour sincère de la science étaient l'un des traits dominants de Bayan. Il ne se préoccupait guère d'en modérer l'expression ; plutôt même était-il enclin à l'exagérer tant soit peu. C'est que, dans le cercle de ses relations les plus habituelles, on inclinait assez volontiers à croire que toute vérité est bonne à dire et que les opinions, comme les faces des cristaux, ne sont nettes qu'à la condition d'avoir des arêtes vives. Mais s'il en résultait parfois, chez notre confrère, quelque vivacité dans la contradiction, on savait que le feu

de la jeunesse y était pour beaucoup, et, d'autre part, qu'aucun sentiment étroit ou égoïste n'avait de prise sur lui. L'ardeur même de sa polémique attestait la sincérité de ses convictions ; son désintéressement personnel, sa haute probité scientifique ne faisaient de doute pour personne. Aussi ne lui gardait-on pas rancune, et ceux contre lesquels il avait le plus vivement argumenté ont été les premiers à rendre témoignage à sa mémoire, en proclamant l'estime qu'ils avaient toujours eue pour son cœur et pour sa droiture.

Bayan n'était pas seulement un savant de cabinet. Il avait l'amour du terrain et ceux qui l'ont vu à l'œuvre savent avec quel entrain il exploitait de ses mains un gisement fossilifère. Son premier voyage, en 1865, eut pour objet le terrain tertiaire de la Vénétie. Il y retourna en 1869 et donna ensuite, dans le *Bulletin* (1), un résumé de ses observations, avec une étude paléontologique contenant la description sommaire de plusieurs espèces nouvelles qu'il se proposait de faire figurer ultérieurement. Le fait saillant de ce travail, c'est la conviction acquise par l'auteur que la série des couches tertiaires dans le Vicentin est continue et qu'il n'y a pas eu de lacunes dans leur dépôt. Bayan fait aussi ses réserves sur les assimilations qu'on pourrait être tenté d'établir, d'après des listes de fossiles, entre les assises de la Vénétie et celles du bassin anglo-parisien, en montrant, par des exemples tirés de la zone à *Nerita Schmideli*, que la succession, dans le temps, de certains groupes d'espèces bien définies peut être, dans un bassin, inverse de ce qu'elle est dans un autre.

Des considérations du même ordre ont guidé Bayan dans ses études sur le terrain jurassique supérieur (2). La question de l'étage tithonique l'avait passionné dès le début. Après l'avoir étudiée dans les collections et spécialement à l'aide des riches matériaux recueillis à la Porte de France et à l'Échaillon par MM. Chaper, il s'était formé une conviction très-voisine des vues développées par Oppel et ses continuateurs. Il admettait que le Jura blanc ou supérieur forme un tout continu, dans lequel les séparations établies par les géologues sont plus arbitraires que réelles et n'ont guère qu'une valeur locale, les conditions géographiques ayant dû exercer, lors de l'époque jurassique, une grande influence sur la répartition des êtres organisés. A la suite de divers géologues, notamment de MM. Pellat, Tombeck, etc., il s'attacha à démontrer que le *faciès corallien* n'était qu'un accident, susceptible de se reproduire à divers niveaux, que chaque retour de ce faciès amenait forcément le retour d'un même genre de faune, et

(1) *Bulletin*, 2e sér., t. XXVII, p. 444.
(2) *Association française*, session de Lyon, 1873 ; — *Bulletin*, 3e sér., t. II, p. 306.

qu'il fallait être prudent avant d'affirmer l'identité de deux espèces corallophiles. Il insistait beaucoup sur les différences que les stations coralliennes normales à *Diceras arietinum* présentent, soit avec le Corallien de l'Échaillon et celui de Valfin, soit avec les types du Bugey et de Nattheim. Après la publication du travail de M. Moesch, Bayan voulut voir par lui-même les environs de Soleure, et il en profita pour visiter la plupart des localités types du Jura. Un peu plus tard, il se rendait dans la Haute-Marne en compagnie de MM. Royer et Tombeck. Enfin, c'est dans le même but qu'au mois de juin 1874 il prenait part à l'excursion de l'École des Mines en Berry. Est-il besoin d'ajouter qu'il revenait chaque fois avec une ample récolte de fossiles, dont l'étude lui fournissait le sujet de nombreuses rectifications et de remarques critiques faites avec une incontestable compétence ?

Il serait téméraire de préjuger le résultat d'un débat qui dure encore et auquel nos séances ont emprunté plus d'une fois une animation peu commune. La fameuse zone à *Ammonites tenuilobatus* sera-t-elle kimméridgienne, c'est-à-dire astartienne, comme le voulait Bayan, ou devra-t-elle être descendue jusqu'à la base du corallien normal ? Il est encore assez difficile de répondre; mais ce qui paraît bien certain, c'est que les études si nombreuses et si précises que cette controverse a suscitées, auront puissamment contribué à ébranler l'ancienne doctrine de la fixité des étages. On ne peut guère aujourd'hui se refuser à admettre qu'en dehors des régions troublées par la formation des montagnes, la succession des sédiments a été généralement continue. S'il importe, en chaque point, de constituer des systèmes par un groupement rationnel des dépôts et des faunes, il ne faut pas oublier que ces systèmes varient avec les contrées et que deux d'entre eux peuvent être synchroniques dans leur ensemble sans que, pour cela, leurs limites respectives correspondent rigoureusement aux mêmes instants de l'histoire du globe. Parmi les idées à la défense desquelles Bayan s'est employé, celle-là semble définitivement acquise, et il faut lui savoir gré d'avoir apporté en sa faveur, non des arguments généraux ou des théories préconçues, mais des faits précis, basés sur la connaissance approfondie d'un ensemble considérable de documents paléontologiques.

Conformément à cette doctrine, Bayan répugnait beaucoup à admettre des lacunes dans la série des sédiments dans tous les points où l'observation ne signalait aucune discordance. Suivant lui, la probabilité d'une telle exception était d'autant moins grande qu'il fallait en étendre l'hypothèse à de plus vastes régions; et s'il se refusait à comprendre dans le Néocomien les assises à *Terebratula janitor*, c'est que l'intercalation régulière de ces assises entre l'oxfordien et les

couches à Bélemnites plates, non-seulement à Grenoble et dans le Trentin, mais encore en Algérie, rendait infiniment peu probable, à ses yeux, l'existence d'une lacune qui eût affecté simultanément un aussi vaste ensemble (1). Une raison semblable l'empêchait d'admettre que l'étage corallien fît défaut dans le Bugey (2).

Mais cette aversion pour les lacunes n'allait pas jusqu'à faire de Bayan un transformiste quand il s'agissait des coquilles; au contraire, peu d'esprits étaient plus hostiles que le sien aux doctrines évolutionnistes. Il leur disputait le terrain pied à pied, habile à saisir des différences là où d'autres, plus complaisants, aimaient à voir des passages d'espèces. Même en matière de migrations ou de colonies (3), il n'admettait la discussion que sur les échantillons eux-mêmes.

Quel que soit le résultat définitif de la lutte engagée entre les deux écoles, on ne saurait nier les salutaires effets de cette résistance opposée par des esprits pratiques à des théories si séduisantes et si commodes, qu'on serait souvent tenté de s'y engager à la légère, si l'on n'était tenu, à chaque pas, de fournir des preuves positives.

En même temps qu'il poursuivait ces divers travaux, Bayan prenait part à une œuvre considérable, d'autant plus méritoire qu'avant de songer à en recueillir le bénéfice, il fallait amasser une somme de besogne matérielle propre à faire reculer les plus intrépides. Je veux parler du *Casier paléontologique,* dont M. Bayle avait conçu l'ingénieuse idée.

Il était impossible de manier pendant quelque temps une collection comme celle de l'École des Mines, sans être frappé d'une foule d'erreurs et de doubles emplois dans la nomenclature. Ces erreurs, qui menaçaient de produire en paléontologie une confusion semblable à celle de la Tour de Babel, ne pouvaient être rectifiées qu'à la condition de dresser préalablement un inventaire exact de tout ce qui avait été publié, depuis l'origine de la nomenclature binaire, en fait de figures ou de descriptions d'espèces vivantes et fossiles. M. Bayle comprit que le seul procédé pratique consistait à établir, pour chaque description, une fiche indiquant, avec la désignation de l'espèce, le titre et la date de la publication du mémoire. Mais il était aisé de se convaincre que c'était par centaines de mille que les fiches devraient se compter. Où trouver le temps et la patience nécessaires pour dresser un tel catalogue?

Cette difficulté pouvait arrêter M. Bayle s'il avait été seul. Avec un

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XXIX, p. 201.
(2) *Association française,* session de Lyon, 1873.
(3) *Bulletin*, 2e série, t. XXIX, p. 519.

collaborateur aussi jeune que Bayan, aussi sûr (nous le croyions, hélas!) de voir la fin de ce travail, enfin aussi ardent à la besogne, même la plus ingrate, il n'eut pas d'hésitation. On se mit à l'œuvre en 1870, et au mois d'août 1874 le nombre des fiches avait atteint *cent quatre-vingt-cinq mille,* dont *cent mille* au moins de la main de Bayan. N'oublions pas d'ailleurs que cette tâche était poursuivie au milieu d'une foule d'autres occupations, telles que le rangement de la galerie de Verneuil et la réparation des dégâts causés à la collection, pendant le siége de Paris, par l'humidité des caves de l'École.

Cette masse de fiches, si énorme qu'elle parût, ne représentait encore que le cinquième ou le sixième du nombre prévu à l'origine. Mais déjà les mémoires les plus importants étaient dépouillés, en sorte qu'à chaque pas on était récompensé de sa peine par quelque trouvaille.

Qu'il ne s'y mêlât pas, de temps à autre, un grain de satisfaction malicieuse, lorsqu'on faisait toucher du doigt, à un auteur, les preuves d'un petit péché d'ignorance ou d'oubli, nous n'en voudrions pas répondre. Mais chacun était, au fond, trop heureux de voir s'élever un tel édifice pour se plaindre bien fort de recevoir quelques éclaboussures de sa construction; et ne fallait-il pas, d'ailleurs, qu'un peu de gaîté vînt parfois animer un travail aussi aride?

C'est à cette grande entreprise qu'il convient de rattacher l'heureuse initiative prise par Bayan de publier, en fascicules successifs, les résultats des *Études faites dans la collection de l'École des Mines sur des fossiles nouveaux ou mal connus.* Le premier fascicule de cette publication date de 1870. Il est consacré aux fossiles tertiaires et comprend la description des espèces nouvelles du Vicentin. Dans le second fascicule, publié en 1873, la part de Bayan consiste en notes diverses relatives aux genres *Pecchiolia, Lyonsia, Natica,* etc., ainsi qu'en rectifications de noms d'espèces éocènes et oligocènes. M. Bayle y a joint un important travail sur le genre *Diceras.*

C'est ainsi que grâce, d'une part, à cette accumulation de renseignements, introuvables partout ailleurs qu'à l'École des Mines, d'autre part, à la richesse de leur collection, qui les mettait à même de prononcer dans presque tous les cas douteux, MM. Bayle et Bayan s'affermissaient, de jour en jour, dans cette situation privilégiée qui devait faire d'eux, en peu d'années, les véritables arbitres de la nomenclature zoologique.

L'École des Mines n'a pas été seule à profiter du zèle de Bayan. La Société géologique de France a eu aussi sa bonne part. Élu vice-secrétaire en 1870, notre confrère se fit remarquer, tout d'abord, dans le sein du Conseil, par son empressement à concourir à la réforme du Règlement. On se rappelle qu'à cette époque notre Société traversait

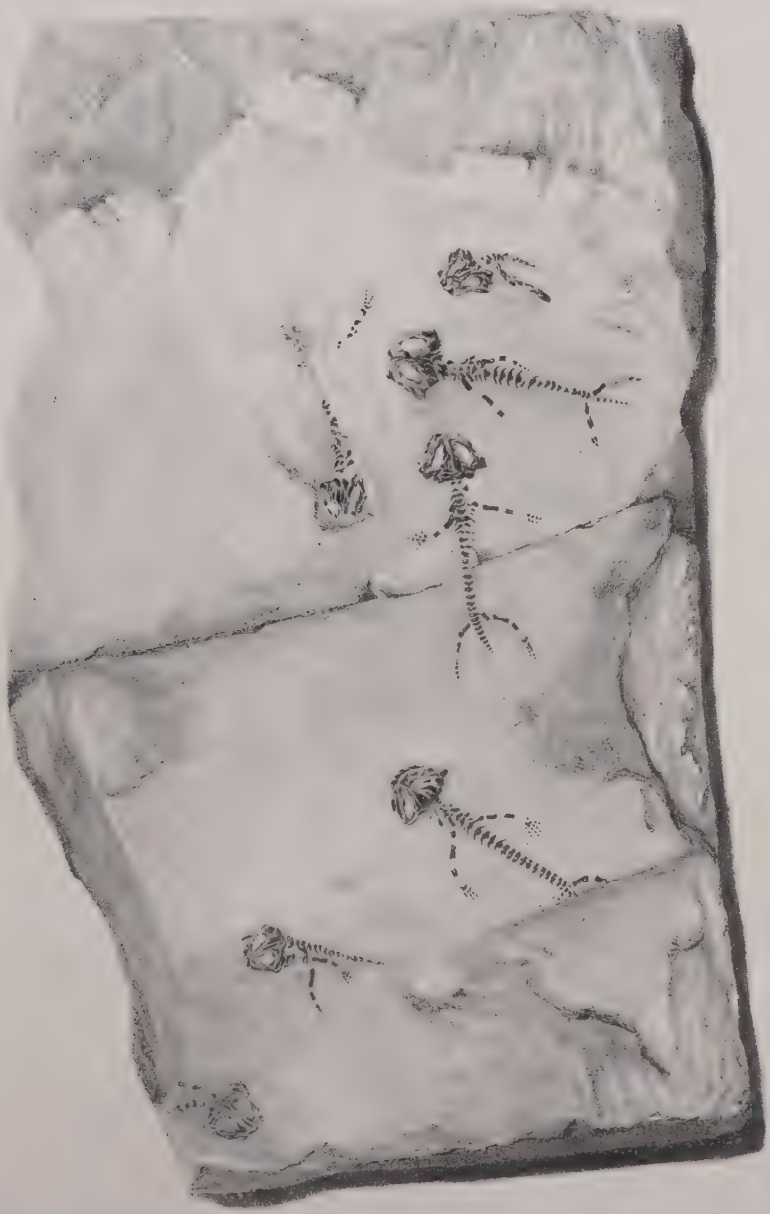
une phase assez difficile. Bayan fut de ceux qui pensaient que le premier remède à appliquer était le retour à une observation rigoureuse des règles prescrites. Craignant par-dessus tout le laissez-aller en matière de publications, il contribua à toutes les mesures ayant pour but de définir les limites dans lesquelles devait se mouvoir l'initiative des auteurs. Heureusement il ne s'en tint pas là. Ce qui assure la prospérité scientifique et matérielle d'une Société comme la nôtre, ce n'est pas tant, il faut bien le dire, le respect pharisaïque de certaines règles, si bien conçues qu'elles soient, que le dévouement, le désintéressement et la bonne volonté des membres. Or justement, sous la pression des difficultés, on vit se produire, dans le personnel de nos dignitaires, un remarquable réveil de ces qualités. Secrétaires, trésoriers, archivistes, rivalisèrent de zèle pour liquider le passé, mettre fin aux retards dont souffraient les publications, classer la bibliothèque, éteindre les dettes sans diminuer en rien l'activité extérieure de la Société. C'était à qui ferait le sacrifice de son temps et de ses peines. Les séances du Conseil se multipliaient sans jamais lasser la patience de personne, et bientôt, en même temps qu'on voyait les fascicules du *Bulletin* se succéder avec une rapidité inusitée, on apprenait, par les rapports du trésorier, que notre situation financière avait subi la plus heureuse des transformations. Nous aimerons toujours à nous souvenir de la part prise par Bayan à ce mouvement de rénovation, aujourd'hui arrivé à son apogée, et auquel on peut dire qu'il n'a pas cessé d'être associé, ayant fait partie du Bureau pendant cinq années consécutives.

Rappeler que Bayan demeura cinq ans au secrétariat de la Société, c'est évoquer le souvenir des douloureux événements dont la moindre conséquence fut de suspendre la vie scientifique de la France pendant l'hiver néfaste de 1870 à 1871. Ces événements ne pouvaient manquer d'avoir leur contre-coup dans l'existence de Bayan, dont l'âme ardente était largement ouverte aux suggestions du patriotisme. Dès l'origine de nos revers, il avait pris du service dans un corps auxiliaire organisé sous les ordres de M. Krantz et qui, à plusieurs reprises, vint si utilement en aide aux opérations de l'armée régulière. La conduite de Bayan, lors de la construction du pont de bateaux sur la Marne, avant la bataille de Champigny, lui valut une proposition pour la croix de la Légion d'honneur. Renouvelée avec insistance par M. Krantz, cette proposition allait aboutir quand l'armistice la fit oublier, comme tant d'autres choses. Notre confrère emportait du moins, avec le témoignage formel de ses supérieurs, la satisfaction du devoir pleinemen taccompli.

Si cette rapide esquisse d'une vie laborieuse et honnêtement remplie

Note de Mr. A. Gaudry.

Bull. Soc. géol. de France. [illegible] p. [illegible]

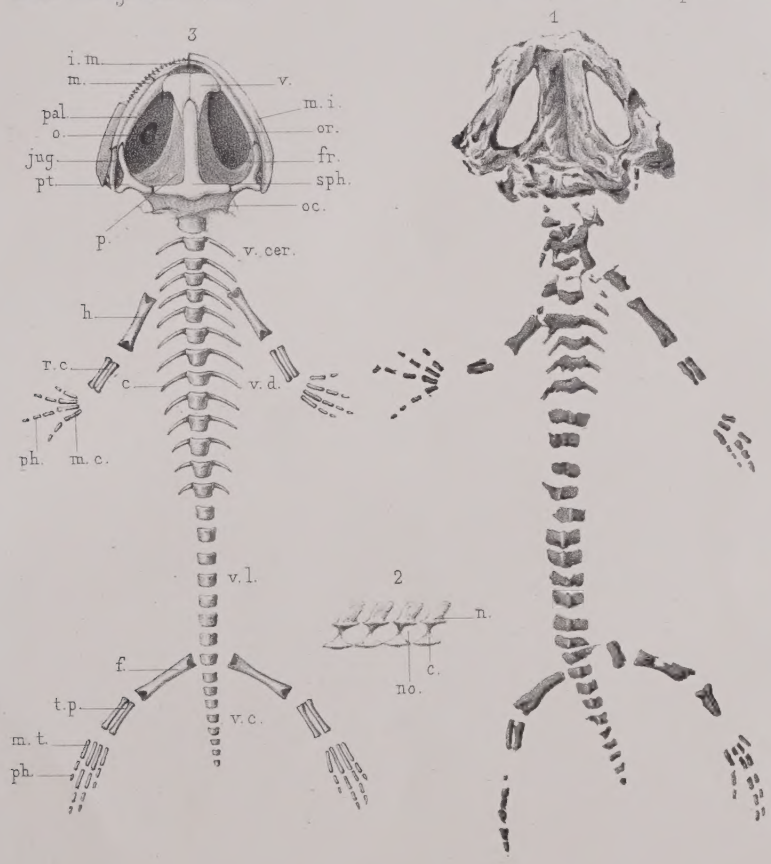


Arnoul lith. Imp. Becquet, Paris.

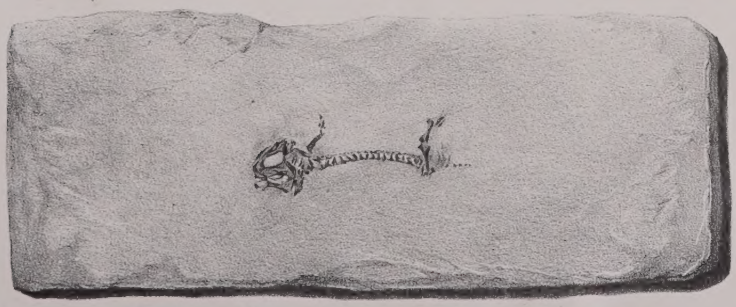
Protriton petrolei, Gaudry.

Note de Mr A. Gaudry.

Bull. Soc. géol. de France. 3e Série, t III. Pl. VIII, p. 299.



4



Arnoul lith. Imp. Becquet Paris.

Protriton petrolei Gaudry.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ
POUR L'ANNÉE 1875

Président : M. JANNETTAZ.

Vice-Présidents.

M. PELLAT. | M. DUMORTIER. | M. DE LAPPARENT. | M. DAUBRÉE.

Secrétaires.

M. SAUVAGE, pour la France.
M. DELAIRE, pour l'Étranger.

Vice-Secrétaires.

M. VELAIN.
M. BROCCHI.

Trésorier : M. DANGLURE. | *Archiviste :* M. BIOCHE.

Membres du Conseil.

M. Alb. GAUDRY.
M. LEVALLOIS.
M. Ed. HÉBERT.
M. TERQUEM.
M. de ROYS.
M. GRUNER.
M. PARRAN.
M. BERSON.
M. CHAPER.
M. TOURNOUËR.
M. COTTEAU.
M. TOMBECK.

Commissions.

Bulletin : MM. PELLAT, PARRAN, GERVAIS, GAUDRY, CHAPER.
Mémoires : MM. JANNETTAZ, LEVALLOIS, COTTEAU.
Comptabilité : MM. DE ROYS, MOREAU, BIOCHE.
Archives : MM. TOURNOUËR, GERVAIS, PELLAT.

Table des articles contenus dans les feuilles 18 à 22 (1874-1875).

J. Martin. — *Des nodules phosphatés du Gault de la Côte-d'Or et des conditions particulières à cet étage*..... 273
Th. Ébray. — *Sur la dénudation du Mont-Lozère*..... 281
Bleicher. — *Note sur les gisements de Polypiers des terrains tertiaires moyen et supérieur des provinces d'Oran et d'Alger*..... 284
Th. Ébray. — *Quelques remarques sur les Granulites et les Minettes; nouvelle classification des roches éruptives*..... 287
R. Tournouër. — *Coup d'œil sur la Faune des couches à Congéries et des couches à Paludines de l'Europe centrale et méridionale, à l'occasion d'un récent travail de M. S. Brusina*..... 291
Alb. Gaudry. — *Sur la découverte de Batraciens dans le terrain primaire* (Pl. VII et VIII)..... 299
Daubrée. — *Formation contemporaine, dans les sources thermales de Bourbonne-les-Bains, de diverses espèces minérales cristallisées*..... 307
Daubrée. — *Expériences sur l'imitation artificielle du Platine magnéti-polaire*..... 310
Daubrée. — *Association, dans l'Oural, du Platine natif à des roches à base de Péridot; relation d'origine qui unit ce métal avec le Fer chromé*..... 311
Daubrée. — *Notice nécrologique sur Édouard de Verneuil*..... 315
De Chancourtois. — *Sur le Réseau pentagonal de M. Élie de Beaumont*.. 328
Alb. de Lapparent. — *Notice biographique sur Ferdinand Bayan*..... 343

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant. (Art. 58 du règ.)

La 1re *série* est composée de 14 vol. (1830-1843), qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I, épuisé.			Les t. VIII à XI, chacun	5 fr.	8 fr.
Le t. II	20 fr.	28 fr.	Le t. XII	20	28
Le t. III	30	40	Le t. XIII	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIV	5	8
Le t. VII	10	16			

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 volumes. Son prix est de 400 fr. *pour les Membres*, et de 500 fr. *pour le public*. Pris séparément, les volumes se vendent :

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I ne se vend pas séparément			Les t. XX à XXVII, chacun	10 fr.	30 fr.
Les t. II, III et IV, chacun	30 fr.	50 fr.	Le t. XXVIII	5	30
Les t. V à XVIII, chacun.	10	30	Le t. XXIX	10	30
Le t. XIX	30	50			

Table des XX premiers volumes du Bulletin (2e série) { Prix, pour les Membres : 4 fr. — pour le public 7

La 3e *série* est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I	10 fr.	30	Le t. II	10 fr.	30

Le *Bulletin* s'échange contre des publications scientifiques périodiques.

Mémoires. — 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843.) — Le prix de chaque demi-vol. des t. I, II et III (à l'exception de la 1re partie du t. I, qui est épuisée) est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. — Le prix de chaque demi-volume des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, de 18 fr. pour le public.

2e *série*, en cours de publication, 9 vol. in-4° (1844-1873). — Le prix de la collection (moins la 1re partie du t. 1er *épuisée)* est de 145 fr. pour les Membres, de 270 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re partie, ne se vendent pas séparément. Le prix des autres demi-volumes des t. II à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. — Les mémoires publiés dans les t. VII, VIII et IX se vendent :

		Aux Membres.	Au public.			Aux Membres.	Au public.
T. VII. —	Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. —	Mémoire n° 1	8 fr.	15 fr.
	Mémoire n° 2	7	13		Mémoire n° 2	1 50	2 50
	Mémoire n° 3	8	15		Mémoire n° 3	5	10
T. VIII. —	Mémoire n° 1	8	15		Mémoire n° 4	4	8
	Mémoire n° 2	6	11		Mémoire n° 5	7	12
	Mémoire n° 3	8	17	T. X. —	Mémoire n° 1	5	10
					Mémoire n° 2	5	10

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Collection, moins le t. 1er qui est épuisé...	60 fr.	80 fr.	Tome III	5 fr.	8 fr.
Tome I, épuisé.			— IV	5	8
— II, { 1re partie } ne se			— V	5	8
— II, { 2e partie } vendent			— VI	5	8
pas séparément.			— VII	5	8
			— VIII	5	8

Adresser les envois d'argent, les demandes de renseignements et les réclamations à M. le Trésorier, rue des Grands-Augustins, 7.

Meulan, imprimerie de A. Masson.